This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

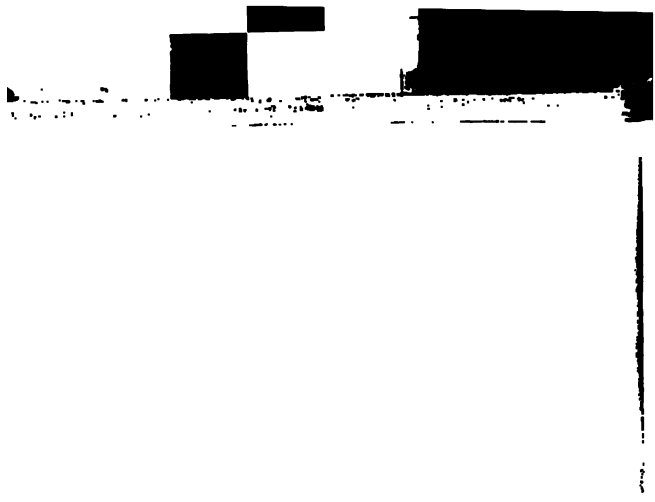
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 07482022 0



Rumford

NBQ

Abhandlungen

über

die Wärme.

Aus dem Franzöſiſchen

des

Grafen von Rumford.

Mit Figuren.

Weimar,

im Verlage des Landes-Induſtrie-Comptoirs

1805.

Benj. Grafen von Rumford

kleine Schriften

politiſchen, ökonomiſchen und philoſophiſchen Inhalts.

Aus dem Franzöſiſchen.

LIBRARY
NEW-YORK

Vierter Band

Erſte Abtheilung.

Mit Figuren.

Weimar,
im Verlage des Landes-Induſtrie-Comptoirs
1805.

Abhandlungen

über

die Wärme.

Aus dem Französischen

des

Grafen von Rumford.

Mit Figuren.

Weimar,
im Verlage des Landes-Industrie-Comptoirs
1805.

Benj. Grafen von Rumford

kleine Schriften

politiſchen, ökonomiſchen und philoſophiſchen Inhalts.

Aus dem Franzöſiſchen.

NEW-YORK LIBRARY
NEW-YORK

Vierter Band

Erſte Abtheilung.

Mit Figuren.

Weimar,
im Verlage des Landes-Induſtrie-Comptoirs
1805.

I.

Hiſtoriſche Ueberſicht verſchiedener Experimente, die von dem Verfaſſer zu verſchiedenen Zeiten in Betreff der Wärme veranſtaltet wurden.

Einem Schriftſteller, dem es darum zu thun iſt, die Aufmerkſamkeit des Publikums auf ein Werk zu lenken, das von einem eben ſo wichtigen als ſchwer zu erforſchenden Gegenſtande handelt, muß es unſtreitig vergönnt ſeyn, gleich zu Anfang deſſelben die Gründe, um derentwillen er ſich Gehör verſprechen darf, auf eine beſcheidene Art aus einander zu ſetzen. Eben ſo gewiß iſt es aber auch, daß ein Naturforſcher auf das Zutrauen und den Beifall der Gelehrten nur in ſo fern gerechte Anſprüche zu machen hat, als ſich dieſelben auf ſeine Arbeiten, auf langwierige und genaue Beobachtungen, zugleich auch auf tief durchdachte und mit möglichſter Sorgfalt veranſtaltete Experimente gründen.

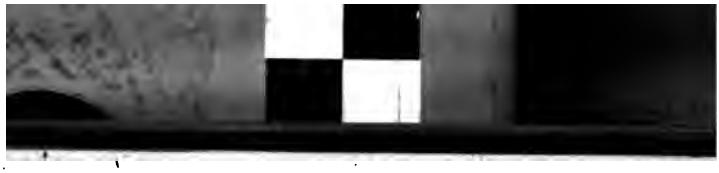
Verſuche über die Wärme anzuſtellen, war von jeher eine meiner angenehmſten Beſchäftigungen. Schon damals machte dieſer Gegenſtand meine Aufmerkſamkeit rege, als ich in meinem ſiebzehnten Jahre Boerhave's vortreffliche Abhandlung über das Feuer las. In der Folge ward ich zwar oft durch andere Angelegenheiten verhindert, mich mit demſelben zu beſchäftigen, ſo bald ich aber nur einen Augenblick Zeit gewann, kehrte ich immer von neuem, und immer mit wiederholtem Vergnügen zu ihm zurück. Noch jetzt iſt dieſer Gegenſtand des Nachdenkens, wenn ich auch noch ſo ſehr mit andern Arbeiten beſchäftigt bin, meinem Geiſte ſo gegenwärtig, daß alles, was auf denſelben nur den mindeſten Bezug hat, und ſich vor meinen Augen ereignet, ſogleich meine Wißbegier reizt und meine Aufmerkſamkeit an ſich zieht.

Dieſe vieljährige Gewohnheit, vermöge welcher ich alle und jede Phänomene, die zu meiner Kenntniß gelangen, und mit der Wärme und deren Wirkungen nur auf die entfernteſte Art in Verbindung ſtehen, ſogleich mit der größten Begierde auffaſſe und ſie zu ergründen ſtrebe, hat mir faſt alle jene Experimente an die Hand gegeben, die ich in Betreff dieſes Gegenſtandes angeſtellt habe.

Im Jahre 1778 war ich damit beſchäftigt, die Stärke des Schießpulvers zu unterſuchen, und die Schnelligkeit der Kugeln, die aus Feuergewehren abgeſchoſſen werden. Zu dem Ende feuerte ich öfters ein Flintenrohr ab, das auf mancherlei Art geladen wurde, und vier Fuß hoch über dem Erdboden ganz frei (das heißt ohne Schaft) in horizontaler Richtung auf zwei eiſernen Stäben ruhte. *) Dies gab mir Veranlaſſung, eine äußerſt frappante Bemerkung zu machen.

Da nämlich dieſe Verſuche hauptſächlich darauf abzweckten, die Schnelligkeit, mit welcher die Kugel fortgetrieben wurde, nach dem Zurückprallen des Flintenrohrs zu beſtimmen, ſo mußte zuförderſt ausgemittelt werden, wie viel das Gewicht der Pulverladung, welche das Fortfliegen der Kugel bewirkte, zu dieſem Zurückprallen beitrage. Um dieſes Problem aufzulöſen, machte ich mehrere auf einander folgende Verſuche, bald mit einerlei Pulverla-

*) Eine ausführliche Beſchreibung dieſer Verſuche findet man im 71. Bde der Philosophical Transactions, und im erſten Bande meiner Philosophical Papers, welche zu London, im Jahr 1802 bei Cadell und Davies herausgekommen ſind.



dung ohne Kugel, bald dadurch, daß ich eine Kugel dazu nahm, aus deren wohl zwei, drei, ſogar vier auf einander ſetzte.

Meiner Gewohnheit nach griff ich das Flintenrohr unmittelbar nach jedem Schuß ſogleich mit der linken Hand an, um es ſo lange feſtzuhalten, bis ich es mit einem Ladeſtock, woran etwas Werg befeſtigt war, ausgewiſcht hatte. Es befremdete mich daher nicht wenig, als ich bei dieſer Gelegenheit die Bemerkung machte, daß das Flintenrohr allemal viel heißer war, wenn der Schuß bloß aus Pulver beſtand, als wenn ich zugleich eine oder mehrere Kugeln hinein geladen hatte.

Ich hatte bis dahin keine andere Vermuthung gehabt, als daß das Heißwerden eines losgeſchoſſenen Feuergewehrs, eine unmittelbare Folge der durch die Entzündung des Schießpulvers bewirkten Hitze ſey; jetzt aber ward ich durch das Reſultat des obigen Verſuchs bis zur Evidenz überzeugt, daß dieſe Vermuthung nicht den mindeſten Grund hatte.

Denn wenn man auch annehmen wollte, daß das gedachte Feuergewehr wirklich durch die Entzündung des Pulvers erhitzt wurde, ſo mußte hieraus

folgen, daß, da die Flamme, wenn eine Ladung ohne Kugel daraus abgeschossen wird, weit schneller herausfährt, als nach derselben Ladung, die eine oder mehrere Kugeln heraustreiben muß, im letztern Falle ein viel stärkerer Grad der Hitze bewirkt werden müßte, als im erstern. Da nun die obenerwähnte Erfahrung vom Gegentheil zeugt, so ergiebt sich hieraus, daß die Erhitzung des mehrerwähnten Schießgewehrs nicht von der Entzündung des Pulvers herrührt, sondern bloß von der Erschütterung, welche das Prallen im Innern des Laufs verursacht, und durch die eben so schnelle als momentane Wirkung des elastischen Fluidums, welches sich durch die Entzündung des Pulvers entwickelt.

Es kann Niemandem unbekannt seyn, daß ein Prallstoß weit mehr dazu geeignet ist, die Wärme in einem festen Körper zu entwickeln, als ein minder heftiger Stoß; und wenn es Grund hat, daß die Wärme nichts anderes ist, als eine ununterbrochene (bald mehr bald weniger schnelle) vibrirende Bewegung, die in den Bestandtheilen fester Körper vorgeht, so ist diese Verschiedenheit leicht zu erklären.

Nichts ist gewisser, als daß der Stoß, welcher dem Innern des Flintenrohrs, während des oben-

erwähnten Verſuchs, durch die Entzündung des Pulvers mitgetheilt wurde, mehr prallend oder heftiger war, wenn der Schuß ohne Kugel abgefeuert wurde, als wenn das aus der Entzündung des Pulvers entſtandene elaſtiſche Fluidum erſt eine oder mehrere Kugeln, die nichts weniger als leicht waren, langſam vor ſich her ſtoßen mußte, um freien Spielraum zu gewinnen. Genau erwogen, iſt dieſer Umſtand meines Erachtens, mehr als hinreichend, die Reſultate der obgedachten Erfahrung auf eine befriedigende Art zu erklären, wiewohl ich übrigens offenherzig geſtehen muß, daß ich ihn nie mit der Hypotheſe, die man in Betreff des Wärmeſtoffs (calorique) angenommen hat, zuſammenreimen konnte.

Der eben erwähnte Vorgang machte einen tiefen Eindruck auf mich, ſo daß ich kaum den Zeitpunkt erwarten konnte, welcher dazu erforderlich war mir die nöthigen Inſtrumente zu verſchaffen, um mehrere auf einander folgende Verſuche über die Wärme anzuſtellen, und mir dadurch über das Weſen derſelben, ſo wie über die Art und Weiſe wie ſie wirkt, einigen Aufſchluß zu verſchaffen.

Ich hatte mir nämlich vorgenommen, gleich

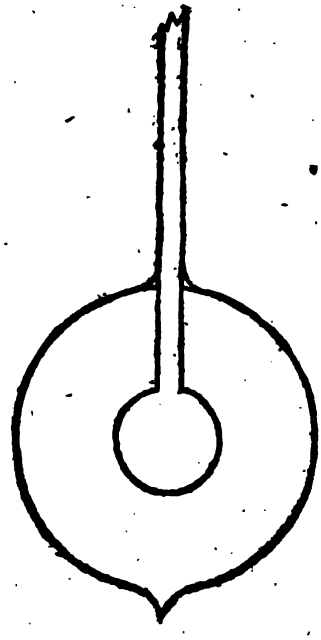
anfangs mehrere Experimente in Betreff deſſen anzuſtellen, was man ſpäterhin die ſpecifiſche Wärme der Körper nannte. Zu dem Ende beſtellte ich mir bei Herrn Fraſer, wohnhaft in New-Bond-Street, zu London (nunmehrigen Fabrikanten der für den König von England beſtimmten phyſikaliſchen und mathematiſchen Inſtrumente) eine beträchtliche Anzahl maſſiver Kugeln, die einander ſammt und ſonders im Durchſchnitt (von einem Zoll) gleich waren. Einige dieſer Kugeln waren von Gold, andere von Silber, kurz alle beſtanden aus dieſem oder jenem Metall, oder andern feſten Subſtanzen, die ſich leicht auf der Drehbank verarbeiten laſſen. Jede dieſer Kugeln hieng an einem dünnen ſeidenen Faden, und ich hatte mir vorgenommen, die eine wie die andere in gewiſſen Flüſſigkeiten bis auf einen beſtimmten Grad zu erwärmen, und ſie alsdann in eine gewiſſe Quantität Waſſer zu tauchen, das in eben dem Verhältniß kalt wäre. Ich machte nämlich den Schluß: daß die (vermittelſt des Thermometers) angezeigten Grade der Wärme, welche die Kugel der gedachten Maſſe kalten Waſſers mittheilte, mehr als hinlänglich ſeyn würden, um hiernach die verhältnißmäßige Wärme zu beſtimmen, welche dazu erforderlich wäre, um ſowohl der Kugel, als auch einer mit derſelben in gleichem Ver-

jene Substanzen durchdringt und immer weiter sich fortpflanzt. Eine umständliche Beschreibung dieser Experimente findet man in den beiden Abhandlungen, die ich in die philosophischen Transactionen der königlichen Societät der Wissenschaften zu London einrücken ließ. Die eine ist im sechs und siebenzigsten, und die andere im drei und achtzigsten Bande dieses Werks enthalten. Für letztere erhielt ich die goldene Medaille, welche die genannte Societät jährlich auszutheilen pflegt. *)

Im Sommer 1785 machte ich die Entdeckung, daß sich die Wärme durch den luftleeren Raum des Torricelli fortpflanzen oder erregen läßt.

Da diese Entdeckung nicht wenig dazu beigetragen hat, mich in der Meinung, die ich seitdem in Betreff der eigentlichen Beschaffenheit der Wärme angenommen habe, zu bestärken: so halte ich es keinesweges für überflüssig, das Experiment wodurch diese Thatsache ganz außer Zweifel gesetzt wurde, hier mit allen dazu gehörigen Umständen zu beschreiben. Es verhielt sich damit folgendermaaßen:

*) Im Jahr 1797 sind diese nämlichen Abhandlungen in meinem achten Essai, der zu Genf in französischer Sprache herauskam, von neuem abgedruckt worden.



Nachdem es einem geſchickten Künſtler zu Mannheim, Namens Artaria, gelungen war, die Kugel eines Queckſilber-Thermometers, welche einen halben Zoll im Durchmeſſer hatte, im Mittelpunkte einer andern (gläſernen) Kugel von anderthalb Zoll im Durchmeſſer, auf eine ſolide Art zu befeſtigen, füllte man den leeren Raum zwiſchen der äußern Fläche des Thermometers und der innern Fläche

der großen Kugel, mit Queckſilber aus, und zwar vermittelſt einer langen Barometerröhre, die, bis auf einen kleinen hervorragenden Theil, oder eine Oeffnung, welche ſpitzig zulief, und zu der größern Kugel gehörte, zugeſchmelzt wurde. Dieſe Spitze war unterwärts gekehrt, wenn ſich das an der groſſen Kugel befeſtigte Thermometer in ſeiner natürlichen ſenkrechten Stellung befand.

So bald der Raum im Innern der Kugel, der um das Thermometer her frei blieb, zugleich auch die an die Kugel angeſchmolzene ſechs und dreißig Zoll lange Barometerröhre, mit Queckſilber angefüllt war, tauchte man dieſe Röhre in Queckſilber, das in einem Gefäße enthalten war, kehrte dieſelbe alsdann um, und brachte ſie in eine ſenkrechte Stellung, ſo daß die große Kugel (worin das Thermometer befeſtigt war) zu oberſt kam.

Da nun das Inſtrument auf dieſe Art in ein wirkliches Barometer verwandelt war, ſo ſtieg das in der großen Kugel und in dem obern Theil der Barometerröhre befindliche Queckſilber bis zu der Höhe von acht und zwanzig Zoll über die Oberfläche des in dem Gefäße enthaltenen Queckſilbers, wo es ſtehen blieb, da ihm der Druck der äußern Luft das Gleich-

gewicht hielt. Jetzt wurde an den obern Theil der gedachten Röhre, wo sie in die Kugel eingepaßt, und der Diameter der Röhre schon vorläufig vermindert worden war, ein brennendes Wachslicht gehalten, und nun ließ man, vermittelst eines Löthrohrs die Lichtflamme nach demjenigen Theile der Röhre, wo man dieselbe zuschmelzen wollte.

Als nun das Glas vermittelst der Hitze erweicht worden war, drängte der Druck der äußern Luft die Wände der Röhre sogleich nach innen zu, so daß die ganze Operation glücklich von statten gieng.

Hierauf wurde die Barometerröhre losgemacht, und die Kugel des Thermometers war nunmehr (wie die vorstehende Figur zeigt) auf allen Seiten von einem luftleeren Raum umgeben. Man füllte sodann Queckfilber in das Barometer, versah es mit einer Skale, und ich konnte nun kaum die Zeit erwarten, um mich zu überzeugen, ob die Wärme im Stande seyn würde, jenen luftleeren Raum zu durchdringen.

Jetzt setzte ich diesen Apparat in ein Gefäß das mit Wasser angefüllt war, dessen Temperatur 18°, nach Reaumür's Thermometer betrug, und ließ ihn so lange darin, bis ich (vermittelst der an dem In-

ſtrument befindlichen Skale) überzeugt wurde, daß die mit Queckſilber gefüllte Kugel, welche ſich im Mittelpunkte des luftleeren Raums befand, dieſe nämliche Temperatur von 18° Reaumur erreicht hatte. Dann nahm ich mein Inſtrument aus jenem Gefäß wieder heraus, und hielt es einige Minuten lang in ein anderes, voll heißen Waſſers, das vermittelſt einer darunter befindlichen Lampe ununterbrochen im Kochen erhalten wurde.

Da nun das in der Röhre des Thermometers befindliche Queckſilber, wiewohl nur langſam, zu ſteigen anfieng, ſo blieb kein Zweifel mehr übrig, daß die Wärme des kochenden Waſſers wirklich durch den luftleeren Raum in die Kugel des Thermometers eindrang.

Das Steigen des im Thermometer befindlichen Queckſilbers, verhielt ſich folgendermaaßen:

Eine Minute und dreißig Sekunden nachher, als ich mein Inſtrument ins kochende Waſſer getaucht hatte, war das Queckſilber von 18° bis auf 27° geſtiegen. Zu Ende der vierten Minute ſtand es auf 44 2/3° und am Ende der fünften Minute auf 48 1/4°.

Um nun die verhältnißmäßige Geſchwindigkeit, mit welcher die Wärme ſowohl in den luftleeren Raum als in die Luft drang, näher beſtimmen zu können, wurde das Ende der kleinen am untern Theil der großen Kugel befindlichen zugeſpitzten Röhre kurz abgebrochen, ſo daß die Luft in die eben erwähnte Kugel ungehindert eindringen konnte, dann ſchmelzte ich dieſe Röhre am obern Ende vermittelſt eines Wachsſtocks zum zweitenmale zu, kühlte mein Inſtrument in friſchem Waſſer wieder ab, und tauchte ſolches, nachdem es die Temperatur dieſes Waſſers, nämlich 18° angenommen hatte, von neuem in kochendes Waſſer.

Jetzt ſtieg das Queckſilber im Thermometer viel ſchneller, als während des vorigen Verſuchs.

Die Art und Weiſe, wie die Erhitzung während dieſer beiden Experimente nach und nach zunahm, iſt aus folgender Tafel erſichtlich.

Als der ſphäriſche Behälter des Queckſilber-Thermometers, welches in der Mitte einer gläſernen Kugel von anderthalb Zoll im Durchmeſſer angebracht war, in kochendes Waſſer getaucht wurde, zeigte daſſelbe folgende Standpunkte:

	im luftleeren Raum			in dem mit Luft angefüllten Raum.		
	Erſtes Experiment.			Zweites Experiment.		
	Zeit.		Temperatur.	Zeit.		Temperatur.
			18°			18°
	Min.	Sek.		Min.	Sek.	
nach	1	30	27°	0	45	27°
	4	0	44 1/10°	2	10	44 2/10°
	5	6	48 1/2°	5	0	60 2/10°

Aus den Reſultaten dieſer Experimente wird man erſehen, daß die Wärme in dem mit Luft angefüllten Raume beinahe zweimal ſo ſchnell zunimmt, als in dem luftleeren.

Ich veranſtaltete nachher noch mehrere Experimente dieſer Art, ohne in den hier angeführten Reſultaten die mindeſte Veränderung zu bemerken. Sie alle hier zu beſchreiben, würde zu weitläuftig ſeyn. Man findet ſie aber in meiner Abhandlung, die in den philoſophiſchen Transaktionen ſteht, und in meinem achten Verſuche (Eſſai).

In der Folge ließ ich mir noch mehrere Inſtrumente dieſer Art verfertigen, um meine Experimente zu wiederholen, und damit abwechſeln zu können.

Bald beobachtete ich die Zeit, während welcher ſie wieder kalt wurden, bald jene, binnen welcher ſie die Wärme durchdrang. Das einemal geſchah dies in freier Luft, ein andermal im Waſſer. Alle dieſe Verſuche hatten die Folge, daß die Thermometerkugel im luftleeren Raume bald warm bald kalt wurde, nur mit dem Unterſchiede, daß dieſe Abwechſelung beinahe zweimal ſo langſam von ſtatten gieng, als wenn die Kugel von Luft umgeben war.

Das Eindringen der Wärme in den luftleeren Raum, war eine Thatſache, worauf bei Unterſuchung des Weſens der Wärme ſo außerordentlich viel ankam, daß ich dieſelbe durch ſolche Experimente, die nicht den allermindeſten Zweifel mehr übrig lieſſen, zu beſtätigen wünſchte.

Derjenige Theil der Thermometerröhre, welcher im Innern der großen gläſernen Kugel angebracht war, wurde von dieſer nämlichen Kugel berührt. Mithin konnte man auf den Gedanken gerathen, als wenn ein Theil der Wärme, welchen die vom luftleeren Raum umgebene Thermometerkugel, während der Zeit, wo der übrige Theil der Röhre von der Luft oder dem Waſſer, worin ich dieſelbe bald abkühlte, bald wieder erhitzte, entweder annahm oder

verlor, ihr vermittelſt der Thermometerröhre mitgetheilt wurde. Um nun in Betreff dieſes Umſtandes zur völligen Gewißheit zu gelangen, kam ich auf den Einfall, den Verſuch mit einem Thermometer zu machen, das ich an einem ſehr dünnen ſeidenen Faden in die Mitte des (vermittelſt des Queckſilbers bewirkten) luftleeren Raums einer Glasflaſche hieng, welche ſo hoch war, daß ſie das Thermometer, nebſt der daran befindlichen Röhre ganz in ſich enthalten konnte.

Die Reſultate meiner mit dieſen Inſtrumenten angeſtellten Experimente, waren von jenen, die ich mit dem oberwähnten Apparat gemacht hatte, wenig oder gar nicht verſchieden, und ſonach war denn die Fortpflanzung der Wärme durch den luftleeren Raum des Toricelli ganz außer Zweifel geſetzt.

Dieſe Erfahrungen ſind der gelehrten Welt ſattſam bekannt; nur entſteht hier die Frage, wie ſich die Reſultate derſelben mit der Theorie, welche man heutiges Tages in Betreff des Wärmeſtoffs (calorique) angenommen hat, vereinbaren laſſen. Ich muß offenherzig geſtehen, daß ich, bei dem beſten Willen von der Welt, nie damit übereinkommen

konnte, weil ich ſchlechterdings nicht einſehe, wie ſich die Wärme auf zwei von einander ganz verſchiedenen Wegen mittheilen kann.

Die Gelehrten haben dieſer Erfahrungen wenig oder gar nicht erwähnt. Ich maaße mir es nicht an, ihr Stillſchweigen erklären zu wollen. Wenn ich ſelbſt dieſer Erfahrungen eben ſo wenig gedachte wie ſie, ſo iſt die Urſache meines Schweigens leicht zu errathen. Wenigſtens wird man mir zugeſtehen, daß ich die Zweifel, welche die Reſultate meiner Experimente veranlaſſen konnten, deutlich genug angezeigt habe.

Ich veranſtaltete hiernächſt auch noch manche andere Experimente, um die verſchiedenen Grade der Geſchwindigkeit, mit welcher die Wärme ins Queckſilber, in gemeine oder atmoſphäriſche Luft, in Luft die mit feuchten Dünſten ſaturirt iſt, in das kohlenſaure Gas, und in gemeine bis zu gewiſſen Graden verdickte Luft, eindringt, genau beſtimmen zu können.

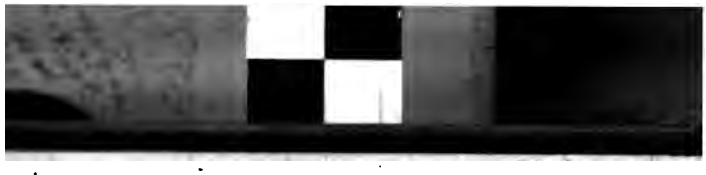
Als ich im Jahr 1787 mehrere auf einander folgende Experimente anſtellte, welche man in den philoſophiſchen Transaktionen von 1792 beſchrieben fin-

det, ließ ich es mir hauptſächlich angelegen ſeyn, die leitende Kraft (pouvoir conducteur) zu erforſchen, welche verſchiedene Subſtanzen, beſonders ſolche deren man ſich zu Kleidungsſtücken bedient, in Bezug auf die Wärme beſitzen. Das Inſtrument, deſſen ich mich zu dieſen Forſchungen bediente, und welchem ich die Benennung Paſſagethermometer beilegte, iſt von demjenigen, welches ich weiter oben beſchrieben habe, nur wenig verſchieden. Ich befeſtigte nämlich die Kugel eines mit Queckſilber gefüllten Thermometers, die im Durchſchnitt einen halben Zoll ſtark war, in der Mitte einer großen gläſernen Kugel, die ebenfalls einen halben Zoll im Diameter hatte, und mit einem langen cylinderförmigen Halſe verſehen war, und füllte ſodann den Raum zwiſchen der äußern Fläche der Thermometerkugel und der innern Fläche der großen gläſernen Kugel mit einer gewiſſen Quantität dieſer oder jener Subſtanz an. Hierauf ließ ich mein Inſtrument in einer Miſchung, die aus Waſſer und zerſtoßenem Eiſe beſtand, wieder kalt werden, und ſo bald das Thermometer mir zeigte, daß ſeine Kugel, (die im Mittelpunkte der großen Glaskugel enthalten war) die Temperatur dieſer kaltmachenden Miſchung angenommen hatte und fortdauernd beibehielt, (d. i. derjenigen, wobei das Queckſilber nach Reaumur auf Null

stand), dann nahm ich meinen Apparat aus jener kalten Mischung wieder heraus, tauchte denselben in kochendes Wasser, merkte die Zeit, binnen welcher die Wärme in die Kugel des Thermometers, durch die Substanz von welcher dieselbe umgeben war, eindrang, von zehn zu zehn Grad mit möglichster Genauigkeit an, und trug sie in ein Register ein.

Da das kochende Wasser, in welches ich meinen Apparat tauchte, ununterbrochen im Sieden erhalten wurde, so versteht sich von selbst, daß das Aeussere des Instruments, das heißt, die äußere Fläche der großen gläsernen Kugel, immer einerlei Temperatur behielt, so wie die mehr oder weniger schnelle Erwärmung der im Innern der großen Kugel enthaltenen Thermometerkugel, von dem Widerstand zeigte, welchen die Enveloppe der Kugel dem Durchdringen der Wärme während der Zeit entgegenstellte, welche sie nöthig hatte, um von der innern Fläche der großen Kugel bis zu der Kugel des Thermometers zu gelangen.

Auf diese Art machte ich mehrere Experimente; als ich aber von dem Dampfe, welcher aus dem kochenden Wasser aufstieg, zu sehr inkommodirt, zugleich auch verhindert wurde, das Steigen und Fal-



len des Queckſilbers zu bemerken, änderte ich meine Verfahrungsart ab, und beobachtete nun nicht mehr die Zeit, binnen welcher mein Inſtrument warm, ſondern vielmehr die, binnen welcher es wieder kalt wurde.

Wenn daher mein Apparat in kochendem Waſſer einen ſolchen Grad der Wärme erlangt hatte, daß die Skale ſeines Thermometers (welches ein Reaumurſches war) 77° zeigte, ſo nahm ich ihn aus dem kochenden Waſſer, hielt ihn, und zwar unmittelbar über dem großen Gefäß, welches mit Waſſer und zerſtoßenem Eis angefüllt war, frei in die Luft, und machte mich gefaßt, ihn in demſelben Nu, wo das Queckſilber bis auf 75° fallen würde, in dieſe kaltmachende Miſchung zu tauchen.

So bald das Queckſilber bis zu dieſer Abtheilung der Skale gefallen war, tauchte ich meinen Apparat ſogleich in die kältende Miſchung, und hielt zur nämlichen Zeit eine Uhr ans Ohr, welche halbe Sekunden anzeigte, die ich ſorgfältig zählte, während ich auf den Augenblick Acht gab, wo das Queckſilber bis auf 70° fiel, den ich ſodann anmerkte und einregiſtrirte.

Auf eben dieſe Art beobachtete ich den Moment,

wo das Queckſilber bis auf 60° herabſank, und ſo fuhr ich von zehn zu zehn Graden fort, bis mein Apparat dergeſtalt erkaltet war, daß er die Temperatur von 10° erreichte.

Zuweilen wurde mein Apparat von einer ſolchen Kälte durchdrungen, daß das Queckſilber im Thermometer auf Null ſtand; da dieſes aber viel Zeit erforderte, und weiter keinen Nutzen hatte, weil die Erkältung von zwei und ſiebenzig bis zu zehn Grad, mehr als hinlänglich war, um hiernach die leitende Kraft einer jeden Art von Umhüllung beſtimmen zu können, ſo endigte ich mein Experiment gewöhnlich in eben dem Nu, wo das Queckſilber den Punkt von 10° Grad paſſirt hatte.

Während der Zeit, daß ich meinen Apparat in der kältenden Miſchung wieder abkühlte, bewegte ich ihn darin, ganz langſam und ununterbrochen von einer Stelle zur andern; auch unterließ ich nie, das Waſſer dergeſtalt mit Eis zu vermiſchen, daß ſich die Temperatur dieſer Miſchung immer gleich blieb.

Da bei dergleichen Experimenten die im Mittelpunkte der großen gläſernen Kugel enthaltene Thermometerkugel jederzeit von der in der großen Kugel

befindlichen Luft, ſo wie auch von den Subſtanzen, woraus die Umhüllungen beſtanden, unmittelbar umgeben war, ſo machte ich einige Verſuche, um die Zeit zu beſtimmen, welche dazu erforderlich war, bis die Kugel des Thermometers wieder erkaltete, wenn die große Kugel weiter nichts als Luft enthielt. Da nahm ich dann wahr, daß ſie zwiſchen dem 70° bis zum 10° nach Reaumur in Zeit von 576 Sekunden erkaltete, wenn ich meinen Apparat, nachdem ich ihn zuvor in kochendem Waſſer erwärmt hatte, in der mehr erwähnten Miſchung, von kaltem Waſſer und zerſtoßenem Eis, wieder abkühlte.

Aus nachſtehender Tafel wird man die Reſultate mehrerer Experimente erſehen, die ich in der Abſicht veranſtaltete, die verhältnißmäßige (relative) Wärme verſchiedener Subſtanzen zu beſtimmen, deren man ſich gewöhnlich zu Kleidungsſtücken bedient.

Ich merke nur noch an, daß ich die Quantität jeder Subſtanz allemal nach dem Gewicht (zu 16 Gran geaichten Gewichts) beſtimmte, ſie im Innern der großen Kugel ſo gleichförmig als möglich und zwar dergeſtalt zu vertheilen ſuchte, daß die Kugel des Thermometers davon umgeben war.

Substanzen, deren ich mich zur Umhüllung bediente.	Ähnliche Anzahl der Wärme.		von 70° bis zu 60°	von 60° bis zu 50°	von 50° bis zu 40°	von 40° bis zu 30°	von 30° bis zu 20°	von 20° bis zu 10°	von 70° bis zu 10°
	Luft.	Zeit.	38″	46	59	80	122	231	576
	Rohe Seide.	Zeit.	94″	120	133	185	273	489	1284
	Wolle.	Zeit.	79″	95	118	162	238	426	1118
	Baumwolle.	Zeit.	83″	95	117	152	221	378	1046
	Fasern von feiner Leinwand.	Zeit.	80″	93	115	150	218	376	1032
	Biberhaare.	Zeit.	99″	116	153	185	265	478	1296
	Kaninchenhaare.	Zeit.	97″	117	144	193	270	494	1316
	Eyderdun.	Zeit.	98″	116	146	192	268	485	1305

Um zu erforschen, welchen Einfluß die Dichtheit einer Umhüllung oder Bekleidung, von dieser oder jener Dicke, auf die Wärme dieser Umhüllung,

oder auf deren Vermögen habe, die Wärme zu beſchränken, machte ich drei auf einander folgende Experimente, mit verſchiedener Quantität einer und derſelben Subſtanz, nämlich mit Eiderdun. Zum erſten nahm ich ſechszehn, zum zweiten zwei und dreißig, und zum dritten vier und ſechzig Gran, dieſes Stoffs. Ich bediente mich hierzu allemal des nämlichen Apparats, ſo daß die Dicke der Umhüllung immer dieſelbe blieb.

Die Reſultate dieſer drei Experimente ſind in nachſtehender Tafel enthalten.

Abnahme der Wärme.	Die Umhüllung von Eiderdun beſtand aus folgenden Quantitäten dieſer Subſtanz.		
	16 Gran.	32 Gran.	64 Gran.
	Zeitdauer.	Zeitdauer.	Zeitdauer.
von 70° zu 60°	97″	111″	112″
= 60 = 50	117	128	130
= 50 = 40	145	157	165
= 40 = 30	192	207	224
= 30 = 20	267	304	326
= 20 = 10	486	565	658
von 70° zu 10°	1304	1472	1615

Als ich mich durch dieſe Verſuche überzeugt hatte, daß die Dichtheit einer Umhüllung oder Bekleidung, auf das Vermögen derſelben, die Wärme zu beſchränken, überaus vielen Einfluß hat, wenn ihre Dicke immer dieſelbe bleibt, ſo ſuchte ich nunmehro zu entdecken, wie ihre innere Struktur, oder ihr Bau ſich zu dieſem nämlichen Vermögen verhält, wenn ihre mittlere Dichtheit und ihre Dicke dieſelben bleiben.

Unter dem Ausdruck innere Struktur verſtehe ich die mehr oder minder gleiche Vertheilung des Stoffs, woraus die Umhüllung beſteht, in dem Raume welchen ſie einnimmt. Dieſer Stoff kann zuweilen, wie z. B. rohe Seide, ſehr dünn oder zart, und in dem ganzen Raume gleichförmig vertheilt ſeyn; oder er kann vielleicht gröber ſeyn und größere Zwiſchenräume haben, wie z. B. eine Umhüllung, die aus kleinen Stückchen ſtarker Fäden, dergleichen man ſich zum Nähen bedient, oder aus Scharpie beſteht.

Wenn die Wärme durch die Subſtanzen, woraus man eine Umhüllung verfertigt, wirklich hindurch dränge, und wenn die Kraft einer ſolchen Umhüllung, derſelben Einhalt zu thun, bloß auf

der größern oder mindern Schwierigkeit beruhte, welche die Wärme, wenn ſie die feſten Beſtandtheile der Umhüllung durchdringen will, vor ſich findet, ſo müßte die Kleidungswärme (chaleur veſtimentale) einer Umhüllung, alles übrige abgerechnet, ſich eben ſo verhalten, wie die Subſtanz, deren man ſich bedienet, ſie zu Stande zu bringen. Allein ſowohl aus den vorigen Experimenten, als auch aus denen, die wir in der Folge noch anführen werden, ergiebt ſich daß dieſes keineswegs die Art und Weiſe iſt, wie ſich die Wärme verbreitet.

Vermittelſt einer meines frühern Experimente hatte ich die Kleidungswärme von ſechszehn Gran roher Seide, die ich in einem gewiſſen Raume rings um eine Thermometerkugel gleichförmig vertheilt hatte, zu beſtimmen geſucht. Jetzt wiederholte ich dieſes Experiment noch zweimal, nur mit dem Unterſchiede, daß ich die Thermometerkugel das erſtemal mit ſechszehn Gran einer Art von Scharpie umgab, die aus einem Stückchen weißen Taffent verfertigt war, das zweitemal aber mit ſechszehn Gran weißer Nähſeide, die in kleine, zwei Zoll lange Stückchen zerſchnitten waren. Die Reſultate dieſer Experimente ſind in nachſtehender Tafel verzeichnet. Mein Apparat wurde in kochendem Waſſer erwärmt,

und in einer Miſchung, die aus Waſſer und zerſtoſſenem Eis beſtand, wieder abgekühlt.

Abnahme der Wärme.	Subſtanzen, woraus die Umhüllung beſtand.		
	16 Gran rohe Seide.	16 Gran zerzupfter Taffent.	16 Gran ſeidene Faden.
	Zeitdauer.	Zeitdauer.	Zeitdauer.
von 70° zu 60°	94″	90″	67″
= 60 = 50	110	106	79
= 50 = 40	133	128	99
= 40 = 30	185	172	135
= 30 = 20	273	246	195
= 20 = 10	489	427	342
von 70° zu 10°	1284	1169	917

Als ich mich durch dieſe Experimente überzeugt hatte, daß die Kleinheit der Partikeln oder Faſern des Stoffs, deſſen man ſich zur Umhüllung bedienet, überaus viel zur Kleidungswärme derſelben beiträgt, ſo machte ich folgende Verſuche, um die Wirkung beſtimmen zu können, welche die Verdichtung (con-

denſation) der Umhüllung hervorbringt, wenn man die Dicke derſelben vermindert, und dennoch die Quantität der Subſtanz, woraus ſie verfertigt wird, immer die nämliche bleibt.

Da ich bereits vermittelſt der vorhergehenden Experimente die Kleidungswärme ſolcher Umhüllungen, die aus roher Seide, Wolle, Baumwolle und Linnen beſtehen, in dem Falle beſtimmt hatte, wenn man von jeder dieſer Subſtanzen ſechszehn Gran nimmt, und hieraus um die Kugel eines Thermometers, die einen halben Zoll im Durchmeſſer hat, eine kugelförmige Umhüllung verfertigt, deren Dicke einen halben Zoll beträgt, ſo nahm ich nunmehro von einer jeden dieſer vier Subſtanzen ſechszehn Gran Faden, die jedoch nur mittelmäßig dick waren, und machte damit vier neue Verſuche.

Anſtatt den Raum zwiſchen der Kugel des Thermometers und der innern Fläche der großen Kugel, in deren Mitte die erſtere enthalten war, mit jenen Fäden ganz auszufüllen, wickelte ich dieſelben um die Kugel des Thermometers, ſo daß dieſe völlig das Anſehen eines kleinen Knauls hatte.

Nun brachte ich die ſolchergeſtalt umwickelte Thermometerkugel, eben ſo wie zuvor, in der Mitte einer

einer gläſernen Kugel an, welche anderthalb Zoll im Durchmeſſer hätte, und woran ſich ein (zehn Zoll langer) Hals befand, welcher ſo weit war, daß die auf die oben beſchriebene Art umwickelte Kugel des Thermometers, nebſt der daran befindlichen Skale, hineingieng.

Die Reſultate dieſer vier Experimente ſind aus nachſtehender Tafel zu erſehen, und damit man ſolche mit jenen vergleichen kann, die ich jedesmal herausbrachte, wenn ich dieſelbe Quantität dieſer Subſtanzen nahm, und ſie nur auf andere Art vertheilte, ſo habe ich die Reſultate dieſer mit einander zu vergleichenden Verſuche neben einander geſetzt.

Abnahme der Wärme.	Von einer jeden der hier verzeichneten Subſtanzen wurden 16 Gran zur Umhüllung des Thermometerfadens genommen.									
	Seide.		Wolle.		Baumwolle.		Linnen.			
	roh.	in Faden.	roh.	in Faden.	roh.	in Faden.	roh.	in Faden.		
von 70° zu 60°	95″	46″	79″	46″	83″	45″	80″	46″		
= 60 = = 50	110	62	95	63	95	60	93	62		
= 50 = = 40	133	95	118	89	147	83	115	83		
= 40 = = 30	185	121	162	126	152	115	150	117		
= 30 = = 20	173	192	238	200	221	179	218	180		
= 20 = = 10	489	399	426	410	378	370	376	383		
von 70° zu 10°	1214	904	1118	934	1046	852	1032	873		

Es würde mich zu weit führen, wenn ich hier alle jene Erfahrungen der Länge nach angeben wollte, die ich bei meinen Verſuchen, welche ich in der Ab-

ſicht veranſtaltete, die Art und Weiſe zu erforſchen, wie die Wärme durch die verſchiedenen Umhüllungen ſich fortpflanzt, gemacht habe. In meinen Memoiren, die bereits im Druck erſchienen ſind, habe ich in Betreff dieſes Gegenſtandes Alles geſagt, was ſich vernünftiger Weiſe darüber ſagen läßt. Für jetzt habe ich nicht nur den Weg, welchen ich bei meinen Forſchungen gleich von Anfang einſchlug, ſondern auch den Gegenſtand, welchen ich hierbei vor Augen hatte, genau angegeben. Nun mögen die Gelehrten entſcheiden, ob dieſer Weg der rechte war, und ob ich denſelben mit Eifer und Beharrlichkeit fortſetzte.

Hier folgen nun noch einige Bemerkungen und Beobachtungen, welche durch meine damaligen Verſuche veranlaßt wurden. *)

„Alle und jede Subſtanzen deren ich mich bis dahin bedient hatte, die (in der Mitte einer im Durchmeſſer anderthalb Zoll ſtarken gläſernen Kugel enthaltene) Thermometerkugel zu umhüllen, hatten die Wärme bald mehr bald weniger beſchränkt, und ſie gehindert, in die Kugel des Thermometers früher hinein oder aus derſelben herauszudringen. — Hier entſtand nun die wichtige noch immer unbeantwor-

*) S. den 11ten Band meiner Verſuche (Essais) S. 451.

denſation) der Umhüllung hervorbringt, wenn man die Dicke derſelben vermindert, und dennoch die Quantität der Subſtanz, woraus ſie verfertigt wird, immer die nämliche bleibt.

Da ich bereits vermittelſt der vorhergehenden Experimente die Kleidungswärme ſolcher Umhüllungen, die aus roher Seide, Wolle, Baumwolle und Linnen beſtehen, in dem Falle beſtimmt hatte, wenn man von jeder dieſer Subſtanzen ſechszehn Gran nimmt, und hieraus um die Kugel eines Thermometers, die einen halben Zoll im Durchmeſſer hat, eine kugelförmige Umhüllung verfertigt, deren Dicke einen halben Zoll beträgt, ſo nahm ich nunmehro von einer jeden dieſer vier Subſtanzen ſechszehn Gran Faden, die jedoch nur mittelmäßig dick waren, und machte damit vier neue Verſuche.

Anſtatt den Raum zwiſchen der Kugel des Thermometers und der innern Fläche der großen Kugel, in deren Mitte die erſtere enthalten war, mit jenen Fäden ganz auszufüllen, wickelte ich dieſelben um die Kugel des Thermometers, ſo daß dieſe völlig das Anſehen eines kleinen Knauls hatte.

Nun brachte ich die ſolchergeſtalt umwickelte Thermometerkugel, eben ſo wie zuvor, in der Mitte einer

Kubikzolls. Der Durchmeſſer der Thermometerkugel war 0. 55 eines Zolls, und ihr Umfang = 0. 08711 eines Zolls. Wenn man nun den Umfang der gläſernen Kugel = 2. 1466 Zoll, von jenem der Thermometerkugel = 0. 08711 abzieht, ſo bleiben 2. 05755 Kubikzoll, als Maaß des Raums, welchen die Subſtanzen einnahmen, deren man ſich zur Umhüllung der Kugel des Thermometers bediente.

„Wiewohl die eben erwähnten Subſtanzen jenen Raum einnahmen, ſo füllten ſie ihn doch, wie man ohne mein Erinnern wahrnehmen wird, bei weitem nicht aus; ſondern es war vielmehr in dem gedachten Raume ein großer Theil Luft enthalten, der in den kleinen Zwiſchenräumen der nahe erwähnten Subſtanzen ſich aufhielt und ſie ausfüllte.

„So war zum Beiſpiel, bei einem meiner Experimente die Kugel von ſechszehn Gran roher Seide umhüllt. Da ich nun die Erfahrung gemacht hatte, daß ſich die ſpezifiſche Schwere der Seide, zu jener des Waſſers, wie 1734 zu 1000 verhält, ſo folgt daß das Volumen von ſechszehn Gran Seide, dem Volumen von 9. 4422 Gran Waſſer gleichkam. Da nun ferner ein Kubikzoll Waſſer 253. 185 Gran wiegt, ſo ergiebt ſich hieraus unwiderſprechlich, daß man das Volumen von 9. 4422 Gran Waſſer, da daſſelbe

gerade ſo viel am Gewicht beträgt, wie das Volumen von ſechszehn Gran Seide, aufs höchſte nur zu 0. 037294 anſchlagen kann.

„Nun wiſſen wir aber, daß der Raum, welchen dieſe kleine Quantität Seide (= 0. 037294 eines Kubikzolls) einnimmt, ſich = 2. 05755 Kubikzoll verhielt; mithin iſt es erwieſen, daß, da ſich 0. 037294 zu 2. 05755 wie 1 zu 54 verhält, die Seide, deren ich mich bei dem gedachten Experimente bediente, mehr nicht als ungefähr $\frac{1}{55}$ des Raums ausfüllen konnte, worin ſie enthalten war.“

Je länger man über dieſe Erfahrungen nachdenkt, deſto mehr wird man von der Wichtigkeit der daraus hervorgehenden Reſultate frappirt. Ich habe mir dieſelben nie erklären können, ohne der Hypotheſe, vermöge welcher man annimmt, daß ſich die in der Luft befindliche Wärme von einer Partikel dieſes Fluidums unmittelbar zur andern verbreite, ganz zu entſagen.

Meine Forſchungen über die Verbreitung der Wärme in flüſſigen Dingen, ſind ſattſam bekannt. *)

*) Eine umſtändliche Beſchreibung meiner in Hinſicht dieſes intereſſanten Gegenſtandes angeſtellten Forſchun-

Man wird daraus erſehen haben, wie und auf welche Art ich durch die Reſultate meiner zahlreichen Experimente veranlaßt wurde, die Meinungen anzunehmen, welche ich in Betreff dieſes Gegenſtandes in meinen Schriften dargeſtellt habe.

Ich habe die Einwendungen, welche man den Folgerungen, die ich aus meinen Experimenten gezogen habe, entgegengeſtellt hat, mit der äußerſten Sorgfalt geprüft, ich kann aber mit Wahrheit behaupten — und dies zu ſagen iſt Pflicht — daß mir weder in dieſen Einwürfen, noch in dem Reſultate irgend eines neuen zu meiner Kenntniß gelangten Experiments, das mindeſte vorgekommen iſt, das mir zu einem hinreichenden Grunde dienen könnte, meine Meinung in Betreff dieſer Thatſache zu ändern. In einer Abhandlung, die ich im verfloſſenen Jahre an die königliche Societät zu London ſandte *), glaube ich erwieſen zu haben, daß das Waſ-

gen, findet man in meinem ſiebenten Verſuche, der im Jahre 1797 zu London, und zwar in zwei Theilen, welche zuſammen 188 Oktavſeiten enthalten, ans Licht getreten iſt.

*) Eine Teutſche Ueberſetzung derſelben wird man am Ende dieſer Memoiren finden.

ſo wirklich ein Nichtleiter (non - conducteur) der Wärme iſt, wie ich es bereits vor ſechs Jahren vermuthete.

Jezt habe ich nur noch ein Paar Worte über die verſchiedenen Verſuche zu ſagen, die ich zu verſchiedenen Zeiten in der Abſicht machte, um, wenn es irgend möglich wäre, die ſo äußerſt wichtige Streitfrage die Materialität der Wärme betreffend, worüber ſich die Gelehrten ſchon ſeit ſo langer Zeit geſtritten haben, auf eine entſcheidende Art beantworten zu können.

Die, welche die Wärme für eine Subſtanz halten, müſſen nothwendig annehmen, das ſie ins Gewicht fällt. Wenn nun die Erhizung eines Körpers davon herrührt, daß dieſe Subſtanz in gedachtem Körper ſich anhäuft, ſo muß ein ſolcher Körper natürlicher Weiſe ſchwerer ſeyn wenn er warm als wenn er kalt iſt. Einige Phyſiker haben dieſen Punkt zu beſtimmen geſucht; ich getraue mir aber zu behaupten, daß niemand in dieſer Rückſicht entſcheidendere Experimente gemacht hat, als ich. *)

*) Eine Abhandlung, worin ich alle in dieſer Hinſicht von mir angeſtellten Verſuche ausführlich beſchrieben

Ich war mit vortrefflichen Instrumenten verſehen, und ſparte weder Mühe noch Koſten um vermittelſt meiner Experimente zu einer überzeugenden Gewißheit zu gelangen.

Hier ſind in wenig Worten die Reſultate davon.

Ich ließ mir eine Kugel von überaus feinem Golde machen, und wog dieſe, wenn ſie völlig kalt war, dann abermals wenn ich ſie dergeſtalt erhitzt hatte, daß ſie dem Schmelzen nahe war. — Ferner wog ich eine beträchtliche Menge Waſſer, die ich in einem Kolben hermetiſch verſiegelt hatte; anfangs in ſeinem flüſſigen Zuſtande, dann in der Temperatur zerſchmolzenen Eiſes, hierauf als wirkliches Eis, und wieder in derſelben Temperatur. — Alle dieſe Verſuche überzeugten mich, daß das Gewicht eines Körpers durch die Wärme nicht im geringſten verändert wird.

Wiewohl nun die Reſultate dieſer Verſuche die Folge hatten, daß ich dadurch in den Zwei-

habe, ſteht in den philoſophiſchen Transaktionen von 1799 und in meinen philoſophiſchen Memoiren S. 366.

ſeln, die bereits durch eine Menge anderer Naturerſcheinungen, im Betreff der Exiſtenz des Wärmeſtoffs in meinem Kopfe entſtanden waren, nur noch mehr beſtärkt wurde, ſo ſah ich doch zugleich nur allzu gut ein, daß dadurch der weſentlichſte Punkt der Streitfrage noch lange nicht entſchieden wurde. Die Vertheidiger des Wärmeſtoffs konnten noch immer einwenden (wie ſie es auch wirklich gethan haben) dieſe Materie ſey viel zu ſubtil, als daß man ſie auf unſern gewöhnlichen Waagen abwägen könne.

Nachdem ich lange auf ein Mittel gedacht hatte, dieſes wichtige Problem vermittelſt eines völlig entſcheidenden Experiments ganz außer Zweifel zu ſetzen, glaubte ich endlich, daſſelbe ausfindig gemacht zu haben, — und ich glaube dies auch noch jetzt.

Ich ſtellte mir nämlich vor, wenn es mit der Exiſtenz des Wärmeſtoffs ſeine Richtigkeit hätte, ſo ſey es ſchlechterdings nicht möglich, daß ein Körper oder mehrere iſolirte Körper, die zuſammen ein Ganzes ausmachen, dieſe Subſtanz mehrern andern Körpern, von welchen ſie umgeben wären, un-

Man wird daraus erſehen haben, wie und auf welche Art ich durch die Reſultate meiner zahlreichen Experimente veranlaßt wurde, die Meinungen anzunehmen, welche ich in Betreff dieſes Gegenſtandes in meinen Schriften dargeſtellt habe.

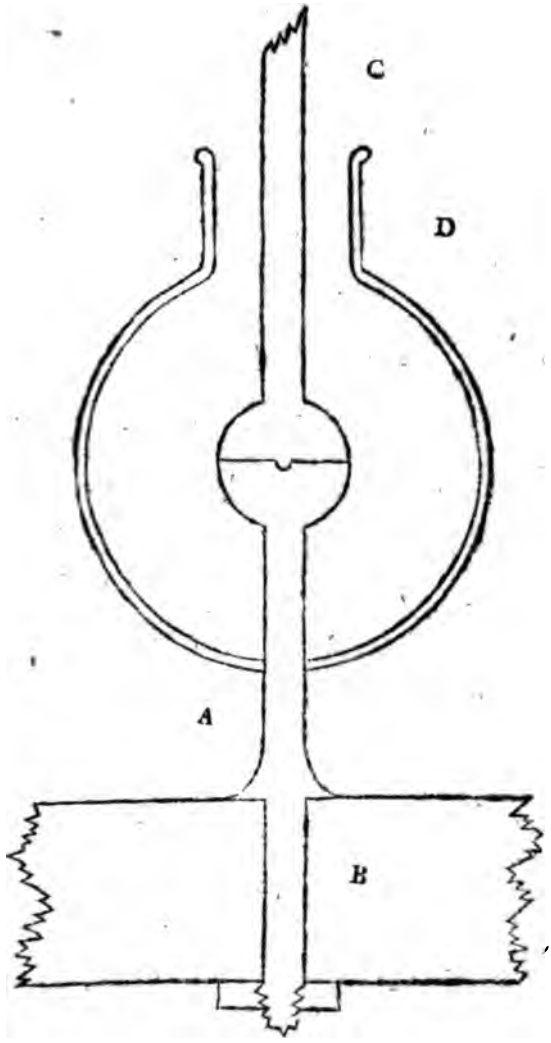
Ich habe die Einwendungen, welche man den Folgerungen, die ich aus meinen Experimenten gezogen habe, entgegengeſtellt hat, mit der äußerſten Sorgfalt geprüft, ich kann aber mit Wahrheit behaupten — und dies zu ſagen iſt Pflicht — daß mir weder in dieſen Einwürfen, noch in dem Reſultate irgend eines neuen zu meiner Kenntniß gelangten Experiments, das mindeſte vorgekommen iſt, das mir zu einem hinreichenden Grunde dienen könnte, meine Meinung in Betreff dieſer Thatſache zu ändern. In einer Abhandlung, die ich im verfloſſenen Jahre an die königliche Societät zu London ſandte *), glaube ich erwieſen zu haben, daß das Waſ-

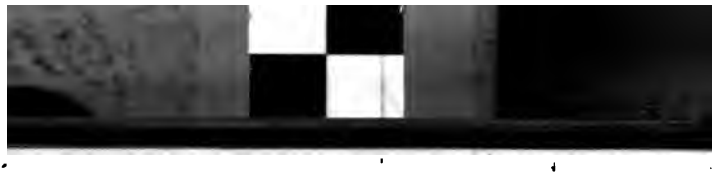
gen, findet man in meinem ſiebenten Verſuche, der im Jahre 1797 zu London, und zwar in zwei Theilen, welche zuſammen 188 Oktavſeiten enthalten, ans Licht getreten iſt.

*) Eine Teutſche Ueberſetzung derſelben wird man am Ende dieſer Memoiren finden.

die Friktion erregt. Ich habe ſie zwar in den philoſophiſchen Transaktionen vom Jahr 1798 mit abdrucken laſſen; indeß haben jene Experimente auf meine neuere über die Wärme gemachten Verſuche zu großen Bezug, als daß ich hier nicht wenigſtens einen Verſuch machen ſollte, dem Leſer von jenen Experimenten und ihren Reſultaten eine deutliche Idee beizubringen.

Der Apparat, deſſen ich mich bei dieſen Verſuchen bediente, iſt zu komplicirt, als daß er ſich hier abbilden läßt; indeß wird es dem Leſer mit Beihülfe der unter dem Texte ſtehenden Figur, nicht ſchwer ſeyn, ſich von dem Haupterperimente und deſſen Reſultaten einen Begriff zu machen.


C
D
A
B



A ſey die vertikale Abtheilung einer Stange von Meſſing, die einen Zoll im Durchmeſſer hat, in ſenkrechter Stellung auf einem ſtarken Klotz, B, befeſtigt, und an ihrem obern Theile mit einer maſſiven Halbkugel verſehen iſt, die aus demſelben Metall beſteht und vierthalb Zoll im Durchmeſſer hat. C ſey eine ähnliche Stange, die ebenfalls aufrecht ſteht, und an derem untern Theile man eine ähnliche Halbkugel befeſtigt hat. Beide Halbkugeln müſſen dergeſtalt auf einander paſſen, daß jene beiden Stangen in einer ſchnurgeraden ſenkrechten Linie ſtehen.

D ſtellt die vertikale Abtheilung eines kugelförmigen metallnen Gefäßes vor, das zwölf Zoll im Durchmeſſer hat, und mit einem cylinderförmigen drei Zoll hohen Halſe verſehen iſt, deſſen Durchmeſſer drei und drei Viertel Zoll hält. Die Stange A geht durch ein Loch am Boden des Gefäßes, iſt an das Gefäß angelöthet, und dienet derſelben zur Stütze, damit ſie nicht von ihrem Platz weicht.

Das Centrum der Kugel, die aus zwei auf einander liegenden Halbkugeln beſteht, befindet ſich im Centrum des kugelförmigen Gefäßes, und wenn man dies Gefäß mit Waſſer füllt, ſo geht ſolches

ſowohl über die Kugel, als auch über einen Theil von jeder der vorerwähnten zwei Stangen.

Wenn man nun die beiden Halbkugeln ſtark auf einander drückt, und zugleich die Stange C (gleichviel übrigens auf welche Art) um ihr Axe dreht, ſo entwickelt ſich, vermittelſt der Friktion welche zwiſchen den platten Oberflächen der beiden Halbkugeln ſtatt findet, überaus viele Wärme.

Die Quantität der auf dieſe Art erregten Wärme, verhält ſich genau ſo, wie die Kraft, womit die beiden Oberflächen gegen einander gedrückt werden, und wie die Geſchwindigkeit ihrer Reibung. Wenn dieſe Kraft ſo ſtark war, wie der Druck von 10,000 Pfund Gewicht, und wenn die Stange ſo ſchnell um ihre Axe gedreht wurde, daß ſie in einer Minute zwei und dreißig mal herumlief, ſo war die Quantität der Wärme, welche durch das unaufhörliche Auseinanderreiben der beiden Oberflächen hervorgebracht wurde, außerordentlich ſtark. Sie glich alsdann derſelben Quantität, welche die Flamme von neun mittelmäßig ſtarken Wachsſtöcken von ſich geben, die ſammt und ſonders lichterloh brennen.

Die Quantität der Wärme, welche auf dieſe Art binnen einer gewiſſen Zeitdauer hervorgebracht

wird, bleibt offenbar immer dieſelbe, ſowohl wenn das kugelförmige Gefäß, D, mit Waſſer angefüllt iſt, und die in dieſem Fluidum befindlichen Oberflächen der beiden Halbkugeln ſich an einander reiben, als auch wenn in dem kugelförmigen Gefäß kein Waſſer befindlich, und der Apparat, wodurch das Reiben bewirkt wird, bloß von der Luft umgeben iſt.

Die Quelle der Wärme, welche ſich vermittelſt dieſes Apparats entwickelt, iſt unerſchöpflich.

So lange man die Stange C um ihre Achſe dreht, ſo lange wird durch den Apparat Wärme bewirkt, und immer im nämlichen Ueberfluß.

Wenn man das kugelförmige Gefäß, D, mit Waſſer anfüllt, ſo wird ſolches immer wärmer, und fängt endlich an zu kochen. Ich ſelbſt habe auf dieſe Art eine beträchtliche Quantität Waſſer ins Kochen gebracht.

Veranſtaltet man dieſes Experiment im Winter, zu einer Zeit, wo die Temperatur der Luft eben nicht gar hoch über dem Gefrierpunkt ſteht, und füllt man das Gefäß D mit einer aus Waſ-

ſer

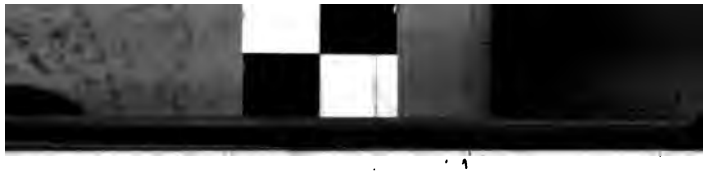
ser und zerſtoßenem Eiſe beſtehenden Miſchung, ſo läßt ſich die Quantität der binnen einer gewiſſen Zeitdauer durch das Aneinanderreiben der beiden Oberflächen verurſachten Wärme, ſehr genau angeben; und zwar nach der Quantität des Eiſes, welches bei dieſer Wärme zerſchmilzt.

Da der Apparat ununterbrochen und immer in gleichem Maaße, Wärme verſchafft, ſo kann man auf dieſe Art ſo viel Eis ſchmelzen, als man nur will.

Woher nun aber dieſe Wärme? — Dies iſt der ſtreitige Punkt, auf deſſen Berichtigung dieſes Experiment eigentlich abzweckte.

Gewiß iſt, daß dieſelbe weder von der Zerſetzung des Waſſers herrührt, noch von der Zerſetzung der Luft. Einige hierüber angeſtellte Verſuche, die ich in meiner in die philoſophiſchen Transaktionen eingerückten Abhandlung ausführlich beſchrieben habe, ſind mehr als hinreichend, dieſe Thatſache außer Zweifel zu ſetzen.

Eben ſo wenig rührt ſie von einer Veränderung der Empfänglichkeit für die Wärme her, die etwa durch die Reibung in dem Metall, woraus die bei-



den Halbkugeln beſtanden, bewirkt worden wäre. Dies beweiſet vors erſte, die Fortdauer und Einförmigkeit in Hervorbringung der Wärme, zweitens eine hierauf unmittelbaren Bezug habende Erfahrung, wodurch ich überzeugt wurde, daß in der Empfänglichkeit des Metalls nicht die mindeſte Veränderung vorgegangen war.

Eben ſo wenig rührt ſie von den Stangen her, die an den beiden Halbkugeln befeſtigt waren, denn dieſe Stangen waren immerfort warm, da ihnen die gedachten Halbkugeln die darin befindliche Hitze mittheilten.

Aus der Luft oder aus dem Waſſer, wovon die gedachten Halbkugeln unmittelbar umgeben waren, konnte dieſe Wärme noch weniger kommen, da der Appaiat ſelbige dieſen beiden Flüſſigkeiten ununterbrochen mittheilte.

Woher alſo dieſe Wärme? Und was iſt denn eigentlich Wärme?

Ich muß geſtehen, daß ich mir die Reſultate jener Erfahrung von jeher unmöglich auf eine andere Art erklären konnte, als wenn ich meine Zuflucht zu

der uralten Lehre nahm, welche ſich auf die Vorausſetzung gründet, daß die Wärme nichts anders iſt als eine vibrirende Bewegung, die in den Beſtandtheilen der Körper vorgeht.

Eine Glocke welche man anſchlägt, giebt ſogleich einen Laut von ſich, und die durch dieſe Vibrationen verurſachten Schwingungen der Luft erregen ſogleich eine zitternde Bewegung in den Körpern, die von denſelben berührt werden. — Ein mit Waſſer angefüllter Schwamm hingegen, kann ſeine Feuchtigkeit den in der Nähe deſſelben befindlichen Körpern nicht lange mittheilen, ohne ſelbſt daran Mangel zu leiden.

Ein ſehr angeſehener Gelehrter, für den ich von jeher die aufrichtigſte Hochachtung hegte, und den ich noch überdies unter meine vertrauteſten Freunde zu zählen das Glück habe, nämlich Herr Bertholet, hat in ſeinem vortrefflichen Verſuche einer chemiſchen Statik die Probe gemacht, das Reſultat dieſer Erfahrung zu erklären, und es mit jener Theorie der Wärme, welche ſich auf die Hypotheſe vom Wärmeſtoff gründet, in Uebereinſtimmung zu bringen.

Wenn ein ſo gelehrter, ſo rechtſchaffener, ſo achtungswürdiger und ſo berühmter Mann, wie Herr Berthölet iſt, ſich die Mühe nicht verdrießen läßt, die Irrthümer eines Naturforſchers oder Chemikers zu widerlegen, ſo kann und darf man nicht ſchweigen, ohne ſich für überwunden zu erklären. Kann man aber — und ein Glück iſt es für alle die, welche ſich zu dergleichen Vertheidigungen veranlaßt finden — den Beweis führen, daß die Einwürfe des Herrn Bertholet keinen Grund haben, ſo hat man ſehr viel gethan, um die Meinungen und Thatſachen, worauf es hier ankömmt, außer Zweifel zu ſetzen.

Ich will nun einen Verſuch machen, die Einwürfe, welche Herr Bertholet meiner Erklärung der durch obige Verſuche herausgebrachten Erfahrungen entgegengeſtellt hat, zu beantworten, und damit der Leſer in Stand geſetzt werde, dieſe Einwürfe richtig beurtheilen zu können, will ich dieſelben mit den eigenen Worten des Verfaſſers hieher ſetzen.

„Graf Rumford hat in Betreff der Wärme, „die durch das Reiben bewirkt werden kann, einen „curiöſen Verſuch gemacht. Er läßt nämlich einen „ſtumpfen Bohrer ſehr ſchnell (dieſer Bohrer

ser und zerſtoßenem Eiſe beſtehenden Miſchung, ſo läßt ſich die Quantität der binnen einer gewiſſen Zeitdauer durch das Aneinanderreiben der beiden Oberflächen verurſachten Wärme, ſehr genau angeben, und zwar nach der Quantität des Eiſes, welches bei dieſer Wärme zerſchmilzt.

Da der Apparat ununterbrochen und immer in gleichem Maaße, Wärme verſchafft, ſo kann man auf dieſe Art ſo viel Eis ſchmelzen, als man nur will.

Woher nun aber dieſe Wärme? — Dies iſt der ſtreitige Punkt, auf deſſen Berichtigung dieſes Experiment eigentlich abzweckte.

Gewiß iſt, daß dieſelbe weder von der Zerſetzung des Waſſers herrührt, noch von der Zerſetzung der Luft. Einige hierüber angeſtellte Verſuche, die ich in meiner in die philoſophiſchen Transaktionen eingerückten Abhandlung ausführlich beſchrieben habe, ſind mehr als hinreichend, dieſe Thatſache außer Zweifel zu ſetzen.

Eben ſo wenig rührt ſie von einer Veränderung der Empfänglichkeit für die Wärme her, die etwa durch die Reibung in dem Metall, woraus die bei-

„treff des Wärmeſtoffs angenommene Theorie völlig
„aufgeben und den Wärmeſtoff als eine Subſtanz be-
„trachten müſſe, die ſich mit den Körpern vereinba-
„ret; oder ob ſich dies nicht dadurch auf eine befrie-
„digende Art erklären läßt, wenn man die Naturge-
„ſetze, nach welchen ſich die Wirkungen deſſelben un-
„ter andern Umſtänden äußern, auf vorliegenden
„Fall anwendet.

„Wenn man die Entwickelung des Wärmeſtoffs
„als eine Folge der durch den Druck bewirkten Ver-
„minderung des Volumens betrachtet, ſo mußte nicht
„etwa nur das zerriebene Metall, ſondern zugleich
„auch alle übrigen Theile des meſſingenen Cylinders,
„obgleich nicht auf einerlei Art zu dieſer Entwickelung
„beitragen, und zwar durch die gewaltſame Ausdeh-
„nung desjenigen Theils, der am meiſten durch den
„Druck litt, folglich den höchſten Grad der Tempe-
„ratur annehmen mußte, ohne gegen die min-
„der erhitzten und minder ausgedehnten Theile, die
„nach Verhältniß dieſer nämlichen Temperatur un-
„umgänglich nöthigen Dimenſionen annehmen zu
„können, ſo daß hieraus ſchlechterdings eine gewiſſe
„Verdichtung des Metalls nach Verhältniß der ihm
„von Natur eigenen Dimenſionen entſtehen mußte,
„die von der Stelle an, wo der Druck am ſtärkſten

„war, bis gegen die Oberfläche hin, nach und nach „abnahm. Man kann voraussetzen, daß sich diese „Wirkung auf gleiche Art über alle Theile des Cylin„ders erstreckte.

„Dem zufolge mußte sich durch die Verminde„rung des Volumens eine Wärme entwickeln, die „derjenigen gleichkam, welche durch eine ähnliche „Vermehrung des Volumens bewirkt worden wäre, „und zwar in der Voraussetzung, daß die spezifische „Wärme des Metalls in diesem Umfange der Ther„mometerskale sich nie ändert, und die Ausdehnun„gen immer gleichförmig seyen; wie sich denn solches „in Ansehung der Temperaturen und den zunächst „folgenden Ausdehnungen wenig von der Wirklichkeit „entfernen wird. Die ganze Wärme, welche sich „entwickelt hatte, würde dem Cylinder die Tempe„ratur von ungefähr 160 Grad des Reaumur'schen „Thermometers mitgetheilt haben, und wenn die „Ausdehnung des Messings durch die Wärme, der„jenigen gleichkam, welche man am Eisen wahrge„nommen hat, und die $\frac{1}{11000}$ auf jeden Grad des „Thermometers beträgt, so würden alle 180 Grad „eine Ausdehnung von $\frac{1}{1833}$ in jeder seiner Dimen„sionen bewirkt haben, und die Verminderung des „Volumens hätte, wenn man voraussetzt, daß der

„Druck mit jener Vermehrung in gleichem Verhält„niß ſtand, denſelben Grad von Wärme bewirken „müſſen.

„Nun wird aber durch den Widerſtoß, durch „die Bewegung des Schwengels, und durch das Zu„ſammendrücken der Zieheiſen, in der ſpeziſiſchen „Schwere der Metalle eine Veränderung bewirkt, „die mitunter ſehr merklich iſt. So ſcheint es zum „Beiſpiel, daß dadurch die ſpeziſiſche Schwere der „Platina und des Eiſens, welches man ſchmiedet, „um den zwanzigſten Theil vermehrt wird.

„Hieraus erhellet, daß das Experiment des „Grafen von Rumford bei weitem nicht hinrei„chend iſt, um vermittelſt deſſelben eine anerkannte „und von niemandem bezweifelte Eigenſchaft auf „eine befriedigende Art zu erklären.

„Es iſt zwar leicht, die Phänomene welche der „Wärmeſtoff veranlaßt, auf eine impoſante Art an „einander zu reihen; wenn man aber zu jemandem, „der von chemiſchen Spekulationen wenig oder gar „keine Kenntniß hat, ſagen wollte: der Cylinder des „Grafen von Rumford hat in Zeit von zwei „Stunden, vermittelſt einer heftigen Reibung, ſo

„viel Wärme von sich gegeben, als funfzehn Kilo-
„gramme, = 30 Pfund, 21 Loth, 3 Drachmen 15
„Gran, Eis einsaugen mußten, um sich, ohne die
„Temperatur zu verändern, in Wasser aufzulösen,
„oder als zwei Hektogramme, = 6½ Unze oder 13
„Loth, Sauerstoffgas nöthig haben würden, um
„sich mit dem Phosphor zu vereinigen, — so weiß
„ich nicht, über welches von diesen Phänomenen er
„sich am meisten verwundern würde.

„Die kleinen Veränderungen welche sich in der
„Quantität des kombinirten Wärmestoffs ereignen
„können, haben einen so unbedeutenden Einfluß
„auf das Wirkungsvermögen des Wärmestoffs, der
„in dem geringen Umfange einer Thermometerskale
„enthalten ist, daß sich derselbe gar nicht berechnen
„läßt. Auch fehlt es uns noch immer an hinlängli-
„chen Angaben, um zu erforschen, wie eigentlich die
„Veränderungen beschaffen sind, welche, was die-
„sen Punkt anbetrifft, in einem festen Körper nach
„dem jedesmaligen Zustande der Verdichtung, in die
„man ihn vermittelst einer mechanischen Kraft und
„von einander entfernter Wärmetemperaturen, ge-
„setzt hat, vorgehen.

„Ueberdies hatte Rumford während des Er-

„periments wodurch er die ſpezifiſche Wärme der da„durch erhaltenen gefeilten Glockenſpeiſe zu erforſchen „ſuchte, dieſelbe bis zur Temperatur kochenden Waſ„ſers erhitzt. Dieſes äußerſt elaſtiſche Mineral mußte „aber ganz natürlicher Weiſe, ſo bald es ſich wieder „ſelbſt überlaſſen befand, und beſonders während „der eben erwähnten Operation, dieſelbe Ausdeh„nung und das nämliche Verhältniß der Wärme, „welches ihm unter einer gewiſſen Temperatur zu„kömmt, wieder annehmen, ſo daß die Wirkung des „Drucks, welchen es ausgehalten hatte, zum Theil „wieder verſchwand, ſo wie ein ſtark zuſammenge„hämmertes Metall, ſo bald man es ausglühet, ſeine „natürlichen Eigenſchaften wieder annimmt.“

Gegen dieſe Bemerkungen habe ich Folgendes zu erinnern:

1) Die von mir gemachte Entdeckung, daß in der ſpezifiſchen Wärme des durch die Reibung entſtandenen Metallſtaubes keine merkliche Veränderung vorgegangen war, brachte mich keineswegs auf die Vermuthung, daß die durch das Experiment erregte Wärme nicht von dem Wärmeſtoff, welcher ſich während deſſelben entwickelt hatte, herrühren könne. Ich fand nur, daß die Quelle dieſer Wärme *unerſchöpflich* ſey. Dieſe Erſcheinung — welche man

noch immer nicht erklärt hat — zu erklären, das ist es, worauf es hier eigentlich ankömmt, und ich sehe nicht ein, wie sich dieselbe erklären läßt, wofern man nicht die in Betreff des Wärmestoffs angenommene Hypothese ganz aufgiebt.

2) Wenn man auch wirklich (was jedoch noch lange nicht erwiesen ist) annimmt, daß das bloße Zusammenpressen eines Metalls hinreichend sey, den darin befindlichen Wärmestoff herauszudrücken, so würde doch die Erklärung solcher Naturerscheinung wenig oder gar nicht gefördert werden; denn da die Wirkung der zusammendrückenden Kraft anhaltend ist, so würde die vermittelst dieser Kraft bewirkte Verdickung des Metalls in kurzer Zeit den höchsten Grad erreichen; und wenn sich auch wirklich vermöge dieser Operation noch so viel Wärmestoff aus dem Metall entwickelt hätte, so würde sich derselbe dennoch nur allzu bald zertheilen müssen. Die trottirten Oberflächen hingegen geben immerfort Wärme von sich, und zwar immer in derselben Menge. —

3) Was den Einwurf gegen das Experiment anbetrifft, welches in der Absicht veranstaltet wurde, hiernach zu bestimmen, ob in der Empfänglichkeit

des Metallſtaubes für die Wärme eine Veränderung vorgegangen ſey, ſo iſt dieſelbe ſehr leicht und auf eine ſolche Art zu beantworten, gegen welche ſich meines Erachtens gar nichts einwenden läßt. Wenn nämlich die Temperatur des kochenden Waſſers hinreichend geweſen wäre, um dieſen kleinen ſtark zuſammengedrückten Metallpartikeln ſo viel Wärme zu verleihen, als dazu erforderlich war, ſie in Betreff der Empfänglichkeit für die Wärme wieder in ihren urſprünglichen Zuſtand zu verſetzen, ſo müßten ſelbige, da das Waſſer, von welchem der Apparat umgeben war, endlich zu kochen anfieng, die benöthigte Wärme unſtreitig von dieſem nämlichen Waſſer erhalten haben. Wenn nun aber die gedachten Metallpartikeln den Wärmeſtoff, welche ſie dem Waſſer anfänglich mitgetheilt hatten, am Ende wieder aus demſelben zurück erhielten, ſo fragt ſich: woher kam denn der Wärmeſtoff, deſſen man ſich bediente, um ſowohl das Waſſer, als auch das Metall und die andern daſſelbe zunächſt umgebenden Körper zu erwärmen?

Ich bin weit davon entfernt, irgend jemand durch eine *impoſante Verkettung* der Thatſachen täuſchen zu wollen; allein die Thatſachen meiner Experimente waren ſo auffallend, daß ich ſchlech-

ferdings nicht umhin konnte, dieſerhalb Vergleichungen und Berechnungen anzuſtellen, um davon beſonders denen eine Idee beizubringen, die mit dergleichen Unterſuchungen noch nicht genugſam bekannt ſind.

Ich will nun meine Bemerkungen mit einer ganz neuen Berechnung ſchließen. Ich will nämlich zeigen, ob es wahrſcheinlich iſt, daß das Metall alle jene Wärme, die während des mehr erwähnten Experiments durch das Reiben hervorgebracht wurde, verſchaffen konnte. Wenn dieſe Vorausſetzung ſtatt finden ſoll, ſo muß man vor allen Dingen annehmen, daß alle jene Wärme unmittelbar von den Metallpartikeln herrührte, die durch das Reiben von der feſten Metallmaſſe ſich abſonderten; denn da die Maſſe während des Experiments immer in demſelben Zuſtande blieb, ſo verſteht ſich von ſelbſt, daß ſie zu der Wirkung, die vermittelſt deſſelben hervorgebracht wurde, nichts beitragen konnte.

Nun wollen wir einmal unterſuchen, wie viel Wärme ſich entwickelt haben würde, wenn das Experiment ſo lange ununterbrochen fortgedauert hätte, bis die ganze Metallmaſſe durch das Reiben in Staub verwandelt worden wäre.

Nachdem das Experiment drittehalb Stunden gedauert hatte, fanden ſich 4145 Gran (Troygewicht) Metallſtaub, und während dieſer Zeit wurde durchs Reiben eine Quantität Wärme hervorgebracht, welche hinlänglich geweſen wäre 26. 58 Waſſer, deſſen Temperatur derjenigen des zerſchmelzenden Eiſens glich, zum Kochen zu bringen.

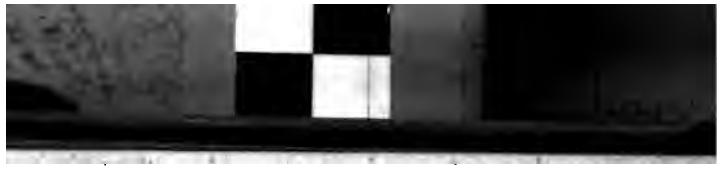
Da die feſte Metallmaſſe 113. 13 Pfund = 791910 Gran, wog, ſo würde, wenn das Experiment während eines Zeitraums von 477½ Stunden, oder neunzehn Tage, ein und zwanzig und eine halbe Stunde, Tag und Nacht ununterbrochen fortgedauert hätte, alles Metall in Staub verwandelt worden ſeyn, und während dieſer Zeit würde ſich eine Quantität Wärme entwickelt haben, welche hinlänglich geweſen wäre, 5078 Pfund Waſſer bis zum Kochen zu erhitzen.

Da das Metall, deſſen man ſich bei dieſem Experimente bediente, eine Empfänglichkeit in Hinſicht der Wärme zeigte, die ſich zu jener des Waſſers wie 0. 11 zu 1 verhielt, ſo ergiebt ſich ganz offenbar, daß die Quantität der erwähnten Wärme hinlänglich ſeyn würde, eine 46165 Pfund ſchwere Maſſe dieſes nämlichen Metalls von 180 Grad des Fahrenheitſchen

ferdings nicht umhin konnte, dieſerhalb Vergleichungen und Berechnungen anzuſtellen, um davon beſonders denen eine Idee beizubringen, die mit dergleichen Unterſuchungen noch nicht genugſam bekannt ſind.

Ich will nun meine Bemerkungen mit einer ganz neuen Berechnung ſchließen. Ich will nämlich zeigen, ob es wahrſcheinlich iſt, daß das Metall alle jene Wärme, die während des mehr erwähnten Experiments durch das Reiben hervorgebracht wurde, verſchaffen konnte. Wenn dieſe Vorausſetzung ſtatt finden ſoll, ſo muß man vor allen Dingen annehmen, daß alle jene Wärme unmittelbar von den Metallpartikeln herrührte, die durch das Reiben von der feſten Metallmaſſe ſich abſonderten; denn da die Maſſe während des Experiments immer in demſelben Zuſtande blieb, ſo verſteht ſich von ſelbſt, daß ſie zu der Wirkung, die vermittelſt deſſelben hervorgebracht wurde, nichts beitragen konnte.

Nun wollen wir einmal unterſuchen, wie viel Wärme ſich entwickelt haben würde, wenn das Experiment ſo lange ununterbrochen fortgedauert hätte, bis die ganze Metallmaſſe durch das Reiben in Staub verwandelt worden wäre.



Iſt es wohl denkbar, daß dieſe ungeheure Quantität Wärmeſtoff in dieſem Körper wirklich vorhanden ſeyn konnte? — aber auch dieſe Vorausſetzung würde dennoch zur Erklärung jener Thatſachen noch immer nicht zureichend ſeyn, da ich durch ein entſcheidendes Experiment bewieſen habe, daß die Empfänglichkeit des Metalls für die Wärme nicht merklich verändert wurde.

Woher alſo der Wärmeſtoff, den der Apparat in ſo reichlichem Maaße verſchafft haben ſoll?

Dieſe Frage überlaſſe ich denjenigen zur Beantwortung, die an das wirkliche Daſeyn des Wärmeſtoffs glauben.

Meines Erachtens habe ich ſattſam erwieſen, daß er unmöglich von dem Metallkörper herrühren konnte, die an einander gerieben wurden, und ich kann mir ſchlechterdings nicht vorſtellen, wie er von irgend einem andern jener Körper, die ſich in der Nähe des Apparats befanden, hergerührt haben könne; denn alle dieſe Körper erhielten ihre Wärme unaufhörlich aus dem Apparat.

Ich will nun fortfahren, von meinen fernern Unterſuchungen in Betreff der Wärme Rechenſchaft abzulegen.

Am

Im Sommer des Jahrs 1800 machte ich eine Reiſe nach Schottland, und hielt mich bei dieſer Gelegenheit einige Monate in Edinburg auf.

Es iſt bekannt, daß die daſige Univerſität, wegen der ununterbrochenen Folge berühmter Gelehrten, mit welchen die dortigen Lehrſtühle ſeit länger als fünfzig Jahren beſetzt waren, in vorzüglichem Rufe ſteht.

Eines Tages befand ich mich bei dem Profeſſor Hope (dem Nachfolger des berühmten Black) mit den Profeſſoren Playfnir und Struvart, nebſt noch mehrern Perſonen, in Geſellſchaft. Wir wiederholten das Experiment, welches Pictet in der Abſicht veranſtaltet hat, die Verdichtung und Zuſammenziehung der Luft durch die kaltmachenden Einflüſſe kalter Körper zu beſtimmen. Jetzt trat der Fall ein, daß meine Meinung in Betreff der Wärme zum erſtenmal öffentlich zur Sprache kam.

Es wurden zwei metallene Hohlſpiegel, welche fünfzehn Zoll im Durchmeſſer und einen Brennpunkt von fünfzehn Zoll hatten, in einer Entfernung von ſechszehn Fuß einander gegenüber geſtellt. Wenn man nun unter den Brennpunkt des einen Hohlſpie-

gels einen kalten Körper (zum Beiſpiel, wie es hier geſchah, eine mit Waſſer und zerſtoßenem Eis gefüllte Glaskugel) und unter den Brennpunkt des andern ein Luftthermometer brachte, das ſehr empfindlich war, ſo fieng daſſelbe ſogleich an zu fallen. Wenn man das Thermometer, anſtatt es unmittelbar unter den Brennpunkt zu bringen, ein klein wenig (ſeitwärts) von demſelben entfernte, ſo war die kaltmachende Kraft, welche der kalte Körper im entgegengeſetzten Fall auf daſſelbe äußerte, ſchlechterdings nicht bemerkbar.

Man ließ es aber nicht bloß dabei bewenden, das Experiment des Herrn Pictet genau ſo, wie er daſſelbe beſchrieben hat, zu wiederholen, ſondern man erlaubte mir noch überdies, verſchiedene Abänderungen damit vorzunehmen, damit ich jeden meiner Zweifel beſeitigen, und die Thatſache, worauf es hier ankam, auf die überzeugendſte Weiſe ins Licht ſetzen konnte.

Ich drückte meine Meinung über die Reſultate dieſer Unterſuchungen in folgenden Worten aus:

„Es iſt nicht möglich, daß der Wärmeſtoff „wirklich exiſtirt. Die Mittheilung der Wärme und

„die Mittheilung des Schalls, ſcheinen völlig analog „zu ſeyn. Der kalte Körper unter dem einen Brenn„punkte, nöthigt den warmen Körper, (das Ther„mometer) welcher ſich unter dem andern Brenn„punkte befindet, ſeine Bezeichnung (note) „zu verändern.“

Eine beſondere Veranlaſſung, deren nähere Erörterung weder hieher paßt, noch von einigem Nutzen ſeyn würde, iſt die Urſache, daß ich die Ausdrücke deren ich mich bei jener Gelegenheit bediente, wörtlich hierher geſetzt habe.

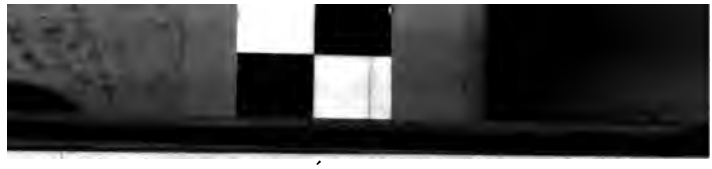
Schon lange vor dieſem Zeitpunkt hatte ich bereits mehrere mit einander in Verbindung ſtehende Experimente in Betreff der ſtrahlenden Wärme erdacht, und in meinem achten 1797 zu London herausgegebenen Verſuche, welcher von der Behandlung der Wärme und von der Erſparniß des Brennſtoffs handelt, hatte ich das Vorhaben, daß ich bald möglichſt Hand an das Werk legen würde, öffentlich angekündigt. Allein die vorerwähnten Experimente, welche bei dem Profeſſor Hope in meinem Beiſeyn veranſtaltet wurden, beſtimmten mich, mein Vorhaben nun nicht einen Augenblick länger aufzuſchieben.

Als ich daher wieder nach London kam, fieng ich ſogleich an, allerlei Veranſtaltungen zu treffen, die auf meine Forſchungen Bezug hatten. Ich theilte daher mein Vorhaben dem Ritter Banks, als damaligem Präſidenten der königlichen Societät, zugleich auch dem Herrn Cavendiſh mit, da dieſe beiden Männer (ſo wie ich ſelbſt) bei dem königlichen Inſtitut als Direktoren angeſtellt waren. Da ich meine Experimente auf die entſcheidendſte Weiſe, folglich mit dem möglichſt vollkommenen Apparat zu veranſtalten wünſchte — wozu allem Anſehen nach, ein beträchtlicher Aufwand erforderlich war — ſo wurde ich von den Direktoren des Inſtituts auf mein Geſuch autoriſirt, die neuen Inſtrumente, deren ich benöthigt war, auf Koſten des Inſtituts anfertigen zu laſſen, jedoch unter Bedingungen, daß dieſe Inſtrumente als Eigenthum bei dem Inſtitute verblieben, und in dem Kabinet deſſelben aufbewahrt würden.

Da es mir bei dieſem Verſuche hauptſächlich darum zu thun war, die kaltmachenden Emanationen kalter Körper außer Zweifel zu ſetzen, ſo wünſchte ich, dieſe Emanationen ſo viel wie möglich anhäufen und konzentriren zu können, damit die Wirkungen derſelben deſto merklicher wurden.

Pictet nahm bekanntlich zu ſeinem Experimente zwei metallene Brennſpiegel, brachte unter den Brennpunkt des einen kalte Körper und unter den Brennpunkt des andern ein Thermometer. Damit nun die kaltmachende Wirkung, welche die kalten Körper auf das Thermometer äußerten, verdoppelt wurde, that ich den Vorſchlag zu meinem Experimente zwei kalte Körper und einen Brennſpiegel zu nehmen, und um die kaltmachende Wirkung auf das Thermometer deſto mehr zu verſtärken, trug ich darauf an, das Thermometer in einem cylindriſchen Gefäße, das eben offen war, in der Höhe anzubringen, die beiden kalten Körper aber etwas tiefer.

Bei Pictets Experimente befanden ſich die beiden Brennſpiegel in einer horizontalen Linie, und da das Thermometer, auf welches die kaltmachenden Ausflüſſe wirkten, unaufhörlich von der vertikalen Strömung erhitzt wurde, die aus der Luft herabkam, welche durch die Erkältung der das Thermometer zunächſt umgebenden Luftſchicht entſtehen mußte, ſo fand ſich daß die kaltmachende Wirkung des kalten Körpers durch die warmmachende Wirkung der gedachten Strömung dergeſtalt gehemmt wurde, daß letztere derſelben das Gleichgewicht hielt. Ich machte mir jedoch Hoffnung, daß es mir, wenn



ich dieſe Strömung, vermittelſt der Anordnung meines Apparats verhindern, und zugleich die Intenſität des kaltmachenden Einfluſſes verdoppeln könnte, nach aller Wahrſcheinlichkeit gelingen würde, die Erkältung des Thermometers viel weiter zu treiben.

Nach langem Zaudern von Seiten der Arbeiter, wurden die benöthigten vier Spiegel endlich zu Stande gebracht. Sie befinden ſich dermalen im phyſikaliſchen Kabinet des königlichen Inſtituts zu London, und man bedient ſich derſelben bei den Vorleſungen über die Phyſik, welche jährlich gehalten werden. Wenn ich nicht irre, ſo werden daſelbſt auch noch einige andere Inſtrumente aufbewahrt, wovon man bei den projektirten Experimenten über die Strahlungen der Körper Gebrauch zu machen gedachte; allein die meiſten von den zu dieſem Verſuche beſtimmten Inſtrumenten (welche Herr Fraſer, wohnhaft in New-Bond-Street verfertigte), wurden für meine Rechnung gemacht, und ich befinde mich noch jetzt in deren Beſitz.

Man darf dieſen Apparat (den ich im Sommer des Jahrs 1801 verfertigen ließ) nur anſehen, um ſich ſogleich zu überzeugen, daß ich meine Unterſu-

dungen in Betreff der Wärme mit Eifer und in gehörigem Zusammenhange fortsetzte.

Zu Anfang des Jahrs 1802 wurde ich wieder nach Baiern zurückberufen. Ich mußte daher London in den ersten Tagen des Maimonats verlassen; nachdem ich nur eine sehr kleine Anzahl von meinen mit so vieler Mühe durchdachten Experimenten ins Werk gesetzt hatte. Da ich jedoch fest entschlossen war, mich, so bald ich nur ein klein wenig Muße erlangen würde, von neuem damit zu beschäftigen, so nahm ich den größten Theil des Apparats, welchen ich mir während meines Aufenthalts in England angeschafft hatte, um die mehrerwähnten Versuche veranstalten zu können, mit nach Teutschland.

Während meiner Reise hielt ich mich drei Monate in Paris auf, so daß ich nicht eher als zu Ende des August in München eintraf. In den ersten Tagen des Monats Oktober ward aber sogleich mit meinen Experimenten der Anfang gemacht.

Da ich die vier großen, dem königlichen Institute zugehörigen, Brennspiegel von London nicht mitnehmen, und mir keine dergleichen in Baiern verschaffen konnte, so sah ich mich genöthigt, den

Gang meiner Unterſuchungen abzuändern, und zu verſuchen, ob es nicht möglich ſey, die Strahlungen der Körper auf andere Art zu entdecken, und die Wirkungen dieſer nämlichen Strahlungen, ohne Beihülfe der durch die metallenen Hohlſpiegel bewirkten Verdichtung zu verſinnlichen.

Bei meinen zuerſt veranſtalteten Experimenten lag die Abſicht zum Grunde, vermittelſt derſelben zu beſtimmen, ob nicht die unſichtbaren warmmachenden Strahlen, die ein warmer Körper (z. B. ein geheizter Ofen) von ſich giebt, von eben der Beſchaffenheit ſind, wie jene, die von der Sonne herrühren. Ich ließ mir daher, von weichem ſehr dünnen Holze drei cylinderförmige einander vollkommen ähnliche Käſtchen machen, die fünftehalb Zoll im Durchmeſſer hatten, drei Zoll hoch und oben offen waren. In einem jeden dieſer Käſtchen und zwar einen und drei viertel Zoll hoch über dem Boden, brachte ich eine zirkelrunde metallene Scheibe an, die ſo dick war wie der vierte Theil einer Linie und mit dem Innern des Käſtchen einerlei Durchmeſſer hatte. Dieſe Scheibe, welche im Innern der Kapſel eine Art von optiſcher Blendung bildete, war an ihrem Platze mit mehrern kleinen überaus kurzen hölzernen Nägeln befeſtigt, die durch die Wand des Käſtchens giengen.

Mitten auf dem Boden der Käſtchen war ein zirkelrundes Loch, von drei Zoll im Durchmeſſer, worin ein Korkſtöpſel ſtack.

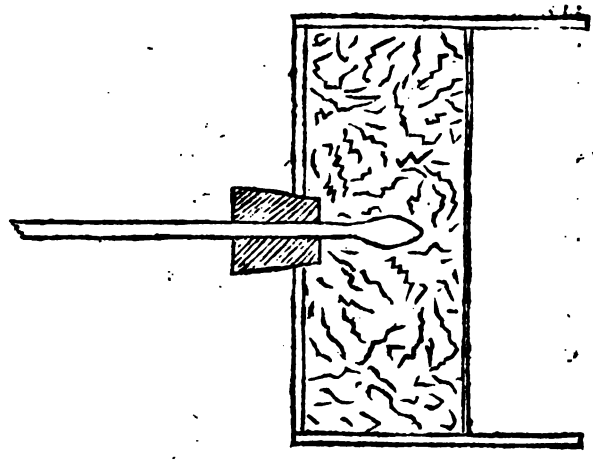
Durch dieſen Stöpſel gieng ein Loch, deſſen Durchmeſſer drei Linien betrug, und in welches ein kleines mit Queckſilber gefülltes Thermometer paßte, das mit einem ovalen Behälter verſehen war. Die Abtheilung ſeiner Skale, war auf die Röhre ſelbſt gravirt. *) Vermittelſt dieſes Stöpſels war das Thermometer auf eine ſolche Art im Innern des Käſtchens angebracht, daß ſein Queckſilberbehälter in der Achſe des Käſtchens und in der Mitte des

*) Ich hatte mir in England vier ſolche Thermometer verfertigen laſſen, die mir bei meinen in Betreff der Wärme angeſtellten Verſuchen überaus gute Dienſte thaten. Ihre Röhren beſtehen aus ſehr ſtarkem Glas, daß drei Linien im Durchmeſſer hat, und ſie ſind auf der einen Seite abgeſchliffen, ſo daß dieſelbe eine gerade Oberfläche bildet, auf welcher die Abtheilungen der Skale mit Flußſpathſäure eingeätzt ſind. Die Länge dieſer Röhren beträgt ſechs bis ſieben Zoll, und die daran befindlichen Queckſilberbehältet ſind wie Birnen geformt, mithin nicht ſo zerbrechlich wie die kugelrunden. Der ſpitzige oder unterſte Theil dieſer Birn, kann aus etwas dickem Glas beſtehen, ohne daß dies von nachtheiligen Folgen iſt.

zwiſchen dem Boden des Käſtchens und der Metallſcheibe befindlichen Raume ſtack. Dieſer Raum, welcher ſeiner Beſtimmung zu Folge die Stelle als Wärmebehälter vertreten ſollte, war mit einer gewiſſen Quantität plattgedrückter Silberfaden angefüllt, die man aus alten ſilbernen Treſſen ausgezupft hatte.

In dem einen Käſtchen war die metallne Blendung von Meſſing; in dem zweiten von überzinntem Eiſenblech, und in dem dritten von gewöhnlichem Blech.

Die nebenſtehende Figur ſtellt den vertikalen Abſchnitt eines dieſer Käſtchen in horizontaler Stellung dar. Man ſieht hier den Stöpſel, welcher durch Diagonallinien angedeutet iſt, und einen Theil des Thermometers an gehöriger Stelle.



Um den Verluſt der Wärme zu vermindern, die durch den Boden und die Wände des Käſtchens herausdringen konnte, wurde jedes Käſtchen ſowohl von innen als außen mit ſtark angeleimtem Papier überzogen, ſodann dreimal mit Kopallack überſtrichen, und noch überdies während des Experiments mit einer Umhüllung von Pelz zugedeckt.

Wenn man nun eines dieſer Käſtchen eine Zeit lang an die Sonne ſtellte, und die Strahlen derſelben ſenkrecht auf die metallene Scheibe fielen, ſo erregten ſie in derſelben eine gewiſſe Quantität Wär-

me, und da ſich dieſe Wärme vermittelſt der Metallfäden, im Innern des Käſtchens gleichförmig vertheilte, ſo konnte man die verſchiedenen Grade derſelben ſehr genau an dem Thermometer wahrnehmen, und wenn man alle drei Käſtchen zu gleicher Zeit an die Sonne ſtellte, ſo ließen ſich die verhältnißmäßigen Quantitäten der Wärme, welche auf den Oberflächen der drei verſchiedenen Metalle, deren man ſich bei dieſem Experimente bediente, erregt wurde, mit Gewißheit beſtimmen.

Es befremdete mich gar nicht, als ich wahrnahm, daß die Sonnenſtrahlen in einem gewiſſen Zeitraume auf der ſchwärzlichen und unpolirten Blechſcheibe mehr Wärme erregten, als auf den zwei andern Scheiben, welche glatt und polirt waren; deſto mehr frappirte mich aber ein ganz unerwarteter Umſtand, welchen ich zufälligerweiſe während des Kaltwerdens der kurz zuvor durch die Sonnenſtrahlen erwärmten Inſtrumente bemerkte, und der meine ganze Aufmerkſamkeit rege machte.

Als ich nämlich die mehrerwähnten drei Käſtchen dicht neben einander geſtellt und ſie der Wirkung der Sonnenſtrahlen ſo lange ausgeſetzt hatte, bis jedes das Maximum ſeiner Temperatur erreichte,

nahm ich ſie aus dem Fenſter, wo ſie bis dahin geſtanden hatten, zu gleicher Zeit weg, und ſtellte ſie verkehrt auf einen kalten Tiſch, in einem Winkel des Zimmers.

Da ich nun, etwa eine Viertelſtunde nachher, zufälligerweiſe an dem Tiſche vorbeigieng, warf ich von ohngefähr einen Blick auf die Thermometer, welche jetzt in vertikaler Richtung aus den umgekehrten Käſtchen hervorragten. Zu meiner nicht geringen Verwunderung ſah ich, daß das eine Käſtchen (worin ſich die Bleiſcheibe befand) welches vorher die meiſte Hitze enthielt, jetzt unter allen dreien am kälteſten war.

Dieſe Naturerſcheinung befremdete mich um ſo mehr, da ich überzeugt war, daß dieſes ſo ſchleunig erfolgte Kaltwerden nicht von dem Umſtande herrühren konnte, als wenn es dieſem Käſtchen an genugſamem Raume gefehlt hätte, eben ſo viel Wärme aufzunehmen, wie die andern Käſtchen. Denn, da ich nur allzu gut wußte, wie viel bei meinen Unterſuchungen darauf ankam, daß alle drei Käſtchen in Anſehung des Raums einander vollkommen gleich wären, ſo hatte ich mir äußerſt angelegen ſeyn laſſen, ihnen (durch die gleichförmige Vertheilung der

darin befindlichen Silberfäden) einerlei Einrichtung zu geben, bevor ich mit meinen Experimenten den Anfang machte.

Ich kann mich hier nicht darauf einlaſſen, alle die Vermuthungen und projektirten Experimente, wozu mir dieſe Entdeckung Veranlaſſung gab, der Länge nach anzuführen. Ich ſage daher weiter nichts, als daß dieſelbe einen ſtarken und dauerhaften Eindruck auf mein Gemüth machte, und nachmals auf die Art und Weiſe, wie ich meine Forſchungen fortſetzte, überaus vielen Einfluß hatte.

Indeß ließ ich mich durch dieſen Umſtand keineswegs abhalten, in den Experimenten um derentwillen ich meinen Apparat erfunden hatte, bis zu deren Beendigung fortzufahren. Ich ließ daher einen cylinderförmigen eiſernen Ofen, in die Mitte eines mittelmäßig großen Zimmers ſetzen, ringsum denſelben Kaminſchirme ſtellen, und alle im Zimmer befindliche Fenſter öffnen. Als man den Ofen gehörig geheizt hatte, fand ſich, daß in der mittlern Temperatur des Zimmers keine merkliche Veränderung vorgegangen war. Jetzt ließ ich die um den Ofen geſtellten Kaminſchirme wegnehmen und alle drei Kaſtchen zu

gleicher Zeit in einerlei Abſtand, nämlich von vier und zwanzig Zoll an den Ofen ſetzen.

Das Käſtchen mit der Blechſcheibe, welches ſchon ehedem, als es in den Sonnenſtrahlen geſtanden hatte, die meiſte Wärme enthielt, war auch jetzt wieder unter allen dreien das wärmſte, nachdem man es der Wirkung der warmmachenden Strahlen, welche unſichtbarerweiſe aus dem Ofen hervordrangen, ausgeſetzt hatte.

In der Abſicht, die Wirkung dieſer Strahlen noch genauer kennen zu lernen, ließ ich mir einige neue Inſtrumente verfertigen; unter andern vier große Luftthermometer und noch drei andere Thermometer (alle von einerlei Größe) die mit Weingeiſt gefüllt waren. Die Kugeln an dieſen Thermometern hatten ein und drei Viertel Zoll im Durchmeſſer, und enthielten entweder verſchiedene mit Luft vermiſchte Subſtanzen, oder weiter nichts als Weingeiſt. Die Kugel des erſten Thermometers war bloß mit Luft angefüllt; in der am zweiten war eine Miſchung von Luft und Eiderdun enthalten; in der am dritten befand ſich eine Miſchung von Luft und ſehr zarten plattgedrückten Silberfäden; und die vierte enthielt Luft, Eiderdun und ebenfalls plattgedrückte Silberfäden.

In der Kugel des erſten mit Weingeiſt gefüllten Thermometers, war außer dieſem Fluidum weiter nichts enthalten; in der des zweiten befand ſich eine Miſchung von Weingeiſt und Eiderdun; und in der Kugel des dritten Thermometers war eine Miſchung von Weingeiſt und plattgedrückten Silberfäden.

Wenn ich nun dieſe Thermometer wechſelsweiſe bald der Wirkung der Sonnenſtrahlen, bald der Wirkung derjenigen Strahlen die von Körpern herrührten, welche vom Feuer erwärmt waren, bloß ſtellte, ſo konnte man nach der ſchnell oder langſam von ſtatten gehenden Erwärmung der verſchiedenen Thermometer, entweder die Identität dieſer Strahlen, oder die Verſchiedenheit derſelben, gehörig beurtheilen.

Es wäre zu weitläuftig, wenn ich hier dieſe Experimente der Länge nach beſchreiben wollte. Aus einigen derſelben ergaben ſich manche zum Theil ganz ſonderbare Reſultate *), welche mir Aufſchlüſſe ver-

*) Ich bemerkte unter andern, daß das Thermometer deſſen Kugel eine Miſchung von Weingeiſt und platten Silberfäden enthielt, ſowohl überhaupt, als auch insbeſondere bei den geringſten Veränderungen der Temperatur,

tet ins Französische übersetzten Abhandlung *) ausführlich beschrieben habe.

Ich machte diese Experimente im Jahr 1803 zu München, und zwar in den Monaten Januar, Februar und März. Je nachdem mir die Resultate derselben von Wichtigkeit schienen, gab ich sogleich einigen meiner Freunde in England und Frankreich Nachricht davon. Unter andern benachrichtigte ich den Ritter Banks, damaligen Präsidenten der königlichen Societät zu London, von den äußerst frappanten Resultaten eines Experiments, welches ich am eilften März mit zwei metallenen Gefäßen machte, wovon das eine keine Umhüllung, das andere hingegen eine Umhüllung von Leinwand hatte, und die ich beide, nachdem sie zuvörderst mit warmem Wasser angefüllt waren, in freier Luft kalt werden ließ. Ferner schrieb ich ihm, daß ich mit verschiedenen schwarz angestrichenen und zu wiederholten Malen mit Firniß überzogenen Gefäßen einige Experimente angestellt hätte, und meldete ihm die Resultate hiervon. Auch theilte ich ihm die vermittelst meines Thermoskops ge-

*) Eine Teutsche Ueberseţung derselben findet der Leser in den lezten hier abgedruckten Bogen.

ſchiedenen Flüſſigkeiten, welche dieſelbe Temperatur haben, beſtimmen zu können. Dieſes Inſtrument iſt das einzige, welches ich je erdenken konnte, um bei dergleichen Experimenten Gebrauch davon zu machen, ohne erhebliche Einwendungen diesfalls gewärtigen zu dürfen.

Ich beſitze auch ſonſt noch verſchiedene Thermometer, die bloß dazu beſtimmt ſind, die warmmachenden oder kaltmachenden Strahlen, von welchen ihre Oberflächen berührt werden, in ſich aufzunehmen und ſie zu ſammeln. Jeder ihrer Behälter beſteht aus zwei Kegeln von ſehr dünnen Meſſingblättchen, die in einander liegen, und an den untern Theilen dergeſtalt an einander befeſtigt ſind, daß zwiſchen der innern Fläche des äußern Kegels, und der äußern Fläche des innern Kegels, ein leerer Zwiſchenraum bleibt, deſſen Weite nicht ganz eine Linie beträgt. Der innere Kegel hat vier Zoll im Durchmeſſer, iſt vier Zoll hoch und oben zugeſpitzt. Der Durchmeſſer des äußern Kegels hat vier und einen viertel Zoll, und endigt ſich nach oben zu in Geſtalt einer cylinderförmigen Röhre, von vier Zoll im Durchmeſſer und dreiviertel Zoll Länge. In dieſer Röhre iſt ein gläſernes Thermometer befeſtigt, und wenn man den zwiſchen den beiden Kegeln vorhan-

denen Raum mit Leinöl oder gefärbtem Weingeiſt füllt, ſo thut dieſes Inſtrument dieſelben Dienſte, wie ein wirkliches Thermometer. Die Skale dieſes Thermometers iſt ſtark an der vorerwähnten Röhre befeſtigt.

Die äußere Wand dieſes Inſtruments iſt gegen die Einwirkung der daſſelbe umgebenden (ſowohl warm- als kaltmachenden) Luft, vermittelſt einer cylinderförmigen Kapſel verwahrt und geſchützt, die aus trockenem ſtark überfirnißten und mit Eiderdunen ausgefütterten Holze beſteht, und worin der Hauptheil (corps) des gedachten Inſtruments ſteckt. Dieſe fünftehalb Zoll hohe Kapſel, iſt von innen im Durchmeſſer eben ſo breit, wie der äußere Kegel am untern Theile, und die Röhre des Inſtruments, nebſt der daran befindlichen Skale, geht durch ein Loch, das mitten im Boden der Kapſel angebracht iſt.

Wenn man nun die äußere ſchwarz angeſtrichene Oberfläche des innern Kegels, in der Nähe gegen einen Körper hält, welcher warmmachende (oder auch kaltmachende) Strahlen von ſich giebt, ſo theilt ſich die durch dieſe Strahlungen verurſachte Wärme (oder Kälte) dem Fluidum mit, welches in dem zwiſchen beiden Kegeln vorhandenen Raum enthalten iſt, und

die Veränderung der Temperatur bewirkt ſogleich eine Veränderung in der im obern Theil der Röhre befindlichen Flüſſigkeit, ſo daß man jene nach dieſer beurtheilen und abmeſſen kann.

Ein Inſtrument dieſer Art, welches ich im Jahre 1801, während meines Aufenthalts in England, verfertigen ließ, befindet ſich dermalen im phyſikaliſchen Kabinet des Königlichen Inſtituts zu London. Zwei ähnliche in Baiern zu Stande gebrachte Inſtrumente, werden noch jetzt in meinem zu München befindlichen Kabinet aufbewahrt. Ich habe dieſes Inſtrument bloß deswegen ſo umſtändlich beſchrieben, weil ich überzeugt bin, daß ſelbiges bei den Experimenten, die in Betreff der Strahlungen warm- und kaltmachender Körper angeſtellt werden, überaus gute Dienſte leiſtet, und weil mir äußerſt viel daran gelegen iſt, die Naturforſcher zu bewegen, dieſem forſchenswürdigen Gegenſtand ihre Aufmerkſamkeit zu widmen.

Jetzt habe ich nur noch ein Paar Worte über die Fortſetzung jener Experimente zu ſagen, die ich in meiner am dritten Februar 1804 in der königlichen Akademie vorgeleſenen, und von dem Profeſſor Pic-

tet ins Französische übersetzten Abhandlung *) ausführlich beschrieben habe.

Ich machte diese Experimente im Jahr 1803 zu München, und zwar in den Monaten Januar, Februar und März. Je nachdem mir die Resultate derselben von Wichtigkeit schienen, gab ich sogleich einigen meiner Freunde in England und Frankreich Nachricht davon. Unter andern benachrichtigte ich den Ritter Banks, damaligen Präsidenten der königlichen Societät zu London, von den äußerst frappanten Resultaten eines Experiments, welches ich am eilften März mit zwei metallenen Gefäßen machte, wovon das eine keine Umhüllung, das andere hingegen eine Umhüllung von Leinwand hatte, und die ich beide, nachdem sie zuvörderst mit warmem Wasser angefüllt waren, in freier Luft kalt werden ließ. Ferner schrieb ich ihm, daß ich mit verschiedenen schwarz angestrichenen und zu wiederholten Malen mit Firniß überzogenen Gefäßen einige Experimente angestellt hätte, und meldete ihm die Resultate hiervon. Auch theilte ich ihm die vermittelst meines Thermoskops ge-

*) Eine Teutsche Ueberſetzung derſelben findet der Leſer in den letzten hier abgedruckten Bogen.

machte Entdeckung mit, daß verſchiedene Körper, unter einerlei Temperatur, ganz verſchiedene Quantitäten warmmachende Strahlungen von ſich geben, und daß die kaltmachenden Strahlungen eben ſo gewiß etwas Reelles ſind, wie die warmmachenden Strahlen warmer Körper.

Da der Ritter Banks meine Briefe verſchiedenen Perſonen vorzeigte, und da ich aus meinen Experimenten und den Reſultaten derſelben, weder gegen ihn, noch ſonſt jemanden, ein Geheimniß machte, ſo wurde bereits im Frühling verfloſſenen Jahres öffentlich zu London von meinen Entdekkungen geſprochen. Als unwiderlegbaren Beweis dieſer Thatſache, kann ich einen Brief von einem meiner Freunde (gegen den ich von meinen neuen Entdeckungen nicht das geringſte erwähnt hatte) vorzeigen, worin er mir zu dem glücklichen Erfolg meiner Forſchungen ſeinen Glückwunſch abſtattet, und mir zugleich meldet, daß er dasjenige, was ihm von meinen Entdeckungen bekannt ſey, von dem beim königlichen Inſtitut als Profeſſor angeſtellten Herrn Davy, vernommen habe, der in ſeinen Vorleſungen über die Chemie öffentlich davon geſprochen hätte.

Die Abhandlung, worin ich von meinen For-

ſchungen Rechenſchaft gab, wurde zu Anfang des Maimonats (1803) vollendet; und ſchon zu Anfang des Junius verließ ich München um eine Reiſe nach der Schweiz zu machen. Da ich die Abſicht hatte, mich von Genf nach Paris zu begeben, ſo nahm ich meine Abhandlung und einige von meinen neuerfundenen Inſtrumenten, unter andern auch das Thermoſkop, mit.

Als ich im Auguſt nach Genf kam, las ich meine Abhandlung im Beiſeyn des Profeſſor Pictet, des Herrn von Sauſſure und mehrerer andern Perſonen, vor, und wiederholte zugleich einige Experimente mit meinem Thermoſkop.

So bald ich, zu Ausgang des Monats Oktober, in Paris angekommen war, ließ ich meine Abhandlung (und zwar von Herrn Cadel, aus Glasgow, welcher ſich eben damals in Paris befand) abſchreiben, und ſchickte ſie in der Mitte des Monats December, durch Herrn Livingſton den jüngern, nach London, welcher die Gefälligkeit hatte, dieſelbe am drei und zwanzigſten December, dem Ritter Banks in eigener Perſon zu überbringen. Da gleich nachher bei der königlichen Societät die Weihnachtsferien ihren Anfang nehmen, ſo konnte

meine Abhandlung nicht eher als am dritten Februar in den öffentlichen Sitzungen der Societät vorgeleſen werden.

Den ſechſten Junius überſchickte man mir von London (durch Herrn Livingſton den ältern, bevollmächtigten Miniſter der vereinten Nordamerikaniſchen Staaten zu Paris) zwei Exemplare meiner, auf Befehl der königlichen Societät, zum Druck beförderten Abhandlung. Zugleich erhielt ich ein Schreiben von Herrn Davy, Profeſſor der Chemie am königlichen Inſtitut, worin er mir meldete, daß Herr Leslie erſt unlängſt eine Abhandlung über die Wärme herausgegeben, und darin verſchiedene Experimente beſchrieben habe, die mit einigen, von mir veranſtalteten, Aehnlichkeit hätten.

Den zweiten Julius erhielt ich zu Paris das Buch des Herrn Leslie, welches mir der Ritter Banks überſchickte, aus den Händen des Herrn Bertholet. Dieſer hatte zu eben der Zeit ein Exemplar dieſes Werks aus England erhalten, das ihm von einem ſeiner dortigen Freunde übermacht worden war.

Da ich nur erſt vor kurzem das Nationalinſtitut

bung meiner Ideen, auf die Unterſuchungen und Entdeckungen wovon hier die Rede iſt, geleitet werden mußte, ohne von Jemandem, wer es auch ſeyn möge, das mindeſte entlehnen zu dürfen.

Zum Beſchluß der hiſtoriſchen Darſtellung meiner über die Wärme veranſtalteten Verſuche will ich nur noch ganz kurz von den Arbeiten, denen ich mich ſeit meiner Ankunft zu Paris bis zu Ende des Oktobers vorigen Jahres (1803) in dieſer Hinſicht unterzogen habe, Rechenſchaft geben.

Da ich zwei Thermoſkope mitgebracht hatte, ſo ließ ich dieſelben von Dumontier mit aller möglichen Sorgfalt ajuſtiren; auch verſchrieb ich von München noch einige andere Inſtrumente, deren ich mich im verfloſſenen Jahre bei meinen über die Wärme angeſtellten Verſuchen bedient hatte.

Außerdem verſchaffte ich mir noch verſchiedene ganz neue Inſtrumente, um damit neue Experimente zu machen; unter andern einen Apparat, deſſen ich mich in der Abſicht zu bedienen gedachte, um vermittelſt deſſelben den Gang der Wärme in einer maſſiven Metallſtange, in Glas und andern dichten Subſtanzen ausmitteln zu können. Alle dieſe Inſtru-

Vielleicht dürfte es dem Herrn Leslie eben ſo leicht ſeyn, den Beweis zu führen, daß er von meinen Experimenten ganz und gar keine Kenntniß hatte. Dies würde man ihm deſto bereitwilliger glauben, da er, bei Gelegenheit einiger (in einer Note *) angebrachten) Bemerkungen über meine Bemerkungen, wodurch ich die Fortpflanzung der Wärme in flüſſigen Dingen zu erklären ſuche, von mir wie von einem Manne ſpricht, der zu der Zeit, wo er dieſe Bemerkungen niederſchrieb, bereits todt war.

Gewiß iſt, daß wir einander ganz fremd ſind, uns nicht einmal von Anſehen kennen, und nie auf die entfernteſte Art mit einander in Briefwechſel ſtanden.

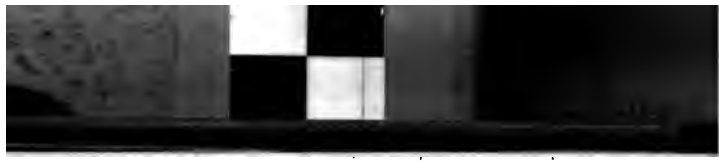
Was die Priorität der öffentlichen Bekanntmachung unſerer Entdeckungen betrifft, ſo iſt dieſer Umſtand durch Aufſtellung nicht zu bezweifelnder Thatſachen leicht zu berichtigen.

Ich kann zwar die Zeit, wo das Buch des Herrn

*) Man ſehe die XXXIX. Note am Ende ſeines Werks, die ſich mit folgenden Worten anfängt: *A late ingenious experimenter.*

Leslie ans Licht trat, ſo ganz genau nicht beſtimmen; unmöglich kann es aber vor der Mitte des Maimonats dieſes Jahres herausgekommen ſeyn, denn die Zueignungsſchrift iſt von Largo in Fifeſchire (in Schottland) vom 20. Mai 1804 datirt. Dies wäre folglich beinahe ein ganzes Jahr nachher, als die merkwürdigſten Reſultate meiner Unterſuchungen bereits in London bekannt waren; — neun Monate nach jenem Zeitpunkte, wo ich die Abhandlung, worin die umſtändliche Auseinanderſezzung dieſer Unterſuchungen enthalten war, zu Genf in einer aus mehrern berühmten Gelehrten beſtehenden Geſellſchaften vorlas; — fünf Monate ſpäter, als dieſe nämliche Abhandlung dem Präſidenten der königlichen Societät zu London zugeſtellt war; — und länger als ein ganzes Vierteljahr nach jener Zeit, wo ſelbige in eben dieſer Societät öffentlich verleſen wurde.

Doch die Priorität, worauf es hier ankömmt, iſt an und für ſich betrachtet, ſo unbedeutend, daß ich derſelben gar nicht erwähnt haben würde, wenn nicht die Umſtände wodurch ſich dieſelbe darthun läßt, zugleich darauf abzweckten, die ungleich wichtigere Behauptung zu erhärten, daß ich



wirklich der Erfinder der von mir bekannt gemachten Entdeckungen bin.

Wenn Herr Leslie und ich, der eine in Schottland und der andere in Baiern, jeder für ſich und beinahe zu gleicher Zeit, wirklich die nämlichen Entdeckungen machten, ſo iſt dies ein Fall, der ſich ſchon vor unſerer Zeit mehr als einmal ereignet hat; und was hiernächſt die Erklärung dieſer Phänomene betrifft, ſo weichen wir in unſerer Erklärungsart dergeſtalt von einander ab, daß über das Eigenthum unſerer Meinungen ſchlechterdings kein Streit unter uns ſtatt finden kann. Nichts iſt gewiſſer, als daß wir in dieſer Hinſicht nicht das mindeſte von einander entlehnt haben.

Hiernächſt habe ich alle mögliche Urſache zu glauben, daß wenn ich auch die von mir aufgeſtellten Thatſachen nicht ſo umſtändlich aus einander geſetzt hätte, demohngeachtet alle die, welche ſich die Mühe nicht verdrießen laſſen, über die von mir in Betreff der Wärme ſeit länger als 20 Jahren angeſtellten zahlreichen Experimente unpartheiiſch nachzudenken, ſich überzeugen werden, daß ich durch die ganze natürliche von meinen Meinungen veranlaßte Verbin-

dung meiner Ideen, auf die Unterſuchungen und Entdeckungen wovon hier die Rede iſt, geleitet werden mußte, ohne von Jemandem, wer es auch ſeyn möge, das mindeſte entlehnen zu dürfen.

Zum Beſchluß der hiſtoriſchen Darſtellung meiner über die Wärme veranſtalteten Verſuche will ich nur noch ganz kurz von den Arbeiten, denen ich mich ſeit meiner Ankunft zu Paris bis zu Ende des Oktobers vorigen Jahres (1803) in dieſer Hinſicht unterzogen habe, Rechenſchaft geben.

Da ich zwei Thermoſkope mitgebracht hatte, ſo ließ ich dieſelben von Dumontier mit aller möglichen Sorgfalt ajuſtiren; auch verſchrieb ich von München noch einige andere Inſtrumente, deren ich mich im verfloſſenen Jahre bei meinen über die Wärme angeſtellten Verſuchen bedient hatte.

Außerdem verſchaffte ich mir noch verſchiedene ganz neue Inſtrumente, um damit neue Experimente zu machen; unter andern einen Apparat, deſſen ich mich in der Abſicht zu bedienen gedachte, um vermittelſt deſſelben den Gang der Wärme in einer maſſiven Metallſtange, in Glas und andern dichten Subſtanzen ausmitteln zu können. Alle dieſe Inſtru-

mente zeigte ich mehrern Mitgliedern des Nationalinſtituts, namentlich Herrn La Place, Delambre, Prony und Biot.

Eben dieſen Gelehrten und zugleich auch Herrn Bertholet, that ich den Vorſchlag, das nunmehro bekannte Experiment mit dem kalten Körper und dem Sprachrohr (bevor man das hierzu benöthigte Inſtrument erfunden hatte) zu veranſtalten, um dadurch unſern (übrigens ſehr freundſchaftlichen) Streitigkeiten über die Wirklichkeit des Wärmeſtoffs ein Ende zu machen.

Dieſes Experiment wurde nachher im Beiſeyn von La Place, Bertholet und Charles, im phyſikaliſchen Kabinet des Nationalinſtituts veranſtaltet. Das Reſultat davon fiel gerade ſo aus, wie ich es vorher geſagt hatte.

Am achten Ventoſe des Jahres 12 (den 19ten März 1804) überreichte ich der Klaſſe des Nationalinſtituts, die für die phyſikaliſchen und mathematiſchen Wiſſenſchaften beſtimmt iſt, mein erſtes Memoire, worin ich mein Thermoſkop und einige Entdeckungen beſchrieb, die ich mit Beihülfe dieſes Inſtruments gemacht hatte.

Den fünften Germinal (26ſten März 1804) überreichte ich der gedachten Klaſſe ein zweites Memoire, worin ich meine Ideen über die Beſchaffenheit der Wärme, ſo wie über die Art und Weiſe, wie dieſelbe ſich erregen und mittheilen läßt, zu entwickeln ſuchte. Zugleich gab ich Auskunft über einige Experimente, die ich über das Kaltwerden warmer Körper in freier Luft angeſtellt hatte.

Den neunzehnten Germinal (9ten April 1804) übergab ich der Klaſſe ein drittes Memoire, welches von einem neuen Experiment handelte, das ich zu Paris über die Beſchaffenheit der Wärme gemacht hatte, und wodurch der Einfluß der Strahlungen, welche die Körper während des Kaltwerdens von ſich geben, auf eine ganz neue Art dargethan wurde.

Den zehnten Floreal (30ſten April 1804) wurde der Klaſſe mein viertes Memoire übergeben. In dieſem Memoire beſchrieb ich ein Experiment, welches ich mit zwei Flaſchen von einerlei Größe veranſtaltet hatte. Die eine war von Glas, die andere von überzinntem Blech. Beide wurden mit kochendem Waſſer gefüllt, und alsdann zu gleicher Zeit in die freie Luft geſtellt, wo man ſie kalt werden ließ. Das

in der gläſernen Flaſche enthaltene Waſſer erkaltete zweimal ſo ſchnell als jenes in der von überzinntem Blech, obgleich die Wände dieſer letztern viel dünner waren, als die Wände der Glasflaſche. Dieſes Memoire endigt ſich mit einigen Betrachtungen über die Vergleichung, welche man zwiſchen einem warmen Körper und einem mit Waſſer angefüllten Schwamm angeſtellt hat, und über den Einfluß der Strahlungen während des Warmwerdens und Kaltwerdens der Körper.

Den ſiebzehnten Floreal (7ten Mai 1804) übergab ich der Klaſſe mein fünftes Memoire, worin ich von einer ganz neuen Verkettung verſchiedener Experimente Rechenſchaft gab, die ich zu Paris über die Art und Weiſe angeſtellt hatte, wie ſich die Wärme in einer maſſiven Metallſtange verbreitet, die ſechs Zoll lang iſt, anderthalb Zoll im Durchmeſſer hat, an dem einen Ende von kochendem Waſſer warm gemacht, an dem andern hingegen bald vermittelſt einer aus Waſſer und zerſtoßenem Eiſe beſtehenden Miſchung, bald mit gewöhnlichem Waſſer, deſſen Temperatur der atmoſphäriſchen Luft gleichkömmt, kalt gemacht wird.

Herr Biot, Mitglied des Nationalinſtituts, machte beinahe zu eben der Zeit, wie ich, mehrere

auf

Da nun die Zeit, binnen welcher das Fluidum in der kalten Luft, die daſſelbe umgiebt, von ſeiner Temperatur eine gewiſſe Anzahl Grade verliert, bald länger bald kürzer iſt, je nachdem die Umhüllung des Apparats mehr oder weniger dazu beiträgt, die in dem gedachten Fluidum befindliche Wärme zu erhalten: ſo ergiebt ſich von ſelbſt, daß ſich vermittelſt dieſer Verfahrungsart die relative Wärme der verſchiedenen Umhüllungen genau beſtimmen läßt.

Ich ließ mir vier Apparate dieſer Art machen, die insgeſammt ſo ziemlich einerlei Größe hatten. Die Cylinder hatten vier Zoll im Durchmeſſer und ſind vier Zoll hoch. Die cylinderförmigen Hälſe haben ungefähr $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmeſſer und vier Zoll Länge. Der Hals ſteht im Mittelpunkte der zirkelrunden Scheibe, die den obern Theil des cylinderförmigen Gefäßes ausmacht, und mitten in der entgegengeſetzten Scheibe, die den Boden des Gefäßes bildet, iſt eine cylinderförmige Tille (douille) angebracht, die $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmeſſer hat, und drei Zoll lang iſt. In dieſe Tille wird das Fußgeſtell eingepaßt, worauf man den Apparat ſtellt, ſo daß die Luft, von welcher es umgeben iſt, beinahe über die ganze Oberfläche deſſelben frei und ungehindert hinwegſtreichen kann.

moiren der eben erwähnten Klaſſe einverleibt werden ſollen, ſo ſteht es mir nicht zu, ſie früher durch den Druck bekannt zu machen.

Zur Ergänzung dieſer hiſtoriſchen Ueberſicht muß ich noch ein paar Worte von meinen Verſuchen ſagen, die Anwendung der Wärme auf die Künſte und allerlei Hausgebrauch zu vervollkommnen. Unter den fünfzehn Verſuchen, die ich in drei Oktavbänden herausgegeben habe, findet man nicht weniger als acht, die von der Anwendung der Wärme handeln. Es ſind folgende:

Verſuch IV. über die Kamine; VI. über die Behandlung des Feuers und die Erſparniß brennbarer Materialien; X. über die Sparöfen; XII. über die der Geſundheit zuträgliche Beſchaffenheit geheizter Zimmer, im Winter; XIII. über die der Geſundheit zuträgliche Beſchaffenheit warmer Bäder und deren Einrichtung; XIV. über die Behandlung des Feuers in zugemachten Oefen; XV. über die Anwendung des Dunſtes, als Vehikel, die Wärme weiter zu leiten.

II.

Unterſuchungen über die Beſchaffenheit der Wärme und die Art, wie ſich dieſelbe verbreitet.

Die Anwendung der Wärme findet unter ſo mancherlei Verhältniſſen des menſchlichen Lebens ſtatt, daß jede Entdeckung, die hierauf Bezug hat, für die geſammte Menſchheit von äußerſter Wichtigkeit iſt. Wenn man ihre Beſchaffenheit und ihre Wirkungsart genauer zu erforſchen ſucht, ſo wird man dadurch in Stand geſetzt, dieſelbe nicht nur mit geringern Koſten hervorzubringen, ſondern auch wirthſchaftlicher damit umzugehen, und ihren Wirkungen eine beſtimmtere und zweckmäßigere Richtung zu geben.

Ich hatte ſchon ſeit langer Zeit Urſache zu vermuthen, daß man nur die Umſtände, welche mit dem Warmwerden und Kaltwerden der Körper, oder dem Uebergange der Wärme aus einer Subſtanz in die andere vereinbart ſind, genauer beobachten dürfe, um ſich dadurch über die Beſchaffenheit der Wärme nähern Aufſchluß zu verſchaffen; und eben darum weil ich hiervon feſt überzeugt war, fand ich mich bewogen, bei meinen Verſuchen auf dieſe Klaſſe von Naturerſcheinungen vorzüglich Rückſicht zu nehmen. Man kann daher die Experimente, die ich jetzt zur Beurtheilung vorlegen werde, als eine Fortſezzung derjenigen betrachten, die ich der königlichen Societät zu verſchiedenen Zeiten vor Augen zu ſtellen, die Ehre hatte, und die das Publikum bereits aus meinen im Druck erſchienenen Verſuchen (Essais) kennt.

Damit die Aufmerkſamkeit der Societät nicht etwa mitten in der Darſtellung intereſſanter Experimente, durch die Beſchreibung meiner Inſtrumente unterbrochen werde, will ich lieber jetzt gleich den Apparat, deſſen ich mich bei meinen Unterſuchungen bediente, beſchreiben; und da man, um meine Experimente genau und richtig beurtheilen zu können, vor allen Dingen wiſſen muß, wie die Inſtrumente,

wovon ich bei dieſer Gelegenheit Gebrauch machte, beſchaffen waren, ſo will ich dieſelben ausführlich beſchreiben.

Die Anzahl der Thermometer, deren ich mich bediente, beläuft ſich auf fünf, und ſie ſind unter meinen Augen mit aller möglichen Sorgfalt verfertigt worden. Nach den Proben, die ich damit angeſtellt habe, bin ich überzeugt, daß ſie ſich ſammt und ſonders im beſten Zuſtande befinden. Sie ſind mit Queckſilber gefüllt und nach Fahrenheit abgetheilt. Ihre cylinderförmigen Behälter ſind vier Zoll lang und haben $\frac{4}{10}$ Zoll im Durchmeſſer. Die Länge ihrer Röhren beträgt fünfzehn bis ſechszehn Zoll; das darin enthaltene Queckſilber iſt ſehr rein, und es befindet ſich nicht das mindeſte von Luft darin. Ihre Skalen ſind mit Beihülfe eines Nonius eben ſo genau als richtig abgetheilt, und die Grade beſtehen aus Achttheilen, ſo daß man ſie leicht von einander unterſcheiden kann. Die Abtheilung fängt ungefähr zehn Grad unter dem Gefrierpunkte an, und erſtreckt ſich fünf bis ſechs Grad über den Kochpunkt. Die Garnirung (monture) endigt ſich einen Zoll hoch oberhalb der Stelle, wo die Röhre und der Behälter mit einander vereint ſind, ſo daß letzterer völlig iſolirt iſt. Die Stelle wo der Gefrierpunkt ein

Ende hat, iſt etwa fünf Zoll vom obern Theil des Behälters entfernt. Die Urſache dieſer Anordnung wird ſich aus der Beſchreibung meiner Experimente ergeben.

Das Inſtrument, welches ich in der Abſicht erfunden habe, die verhältnißmäßige Wärme der Umhüllungen zu beſtimmen, iſt äußerſt einfach. Es beſteht bloß aus einem cylinderförmigen Gefäß von dünnen Meſſingblättchen, das an beiden Enden verſchloſſen iſt, bis auf einen engen cylinderförmigen Hals, durch welchen man gelegentlich warmes Waſſer in das Gefäß gießt.

Man umgiebt dieſes Gefäß mit einer Umhüllung welche dicht anliegt, und aus einem mehr oder weniger warmen Stoff oder irgend einer andern Materie beſteht, oder vielmehr mit einer Bekleidung, welche warm hält. Denn ſtellt man es ſenkrecht auf ein hölzernes Fußgeſtell, das auf einem Tiſch ſteht, und zwar in einem geräumigen Zimmer, wo alles ruhig und ſtill iſt. Bevor dies geſchieht, ſteckt man eines der oben erwähnten Thermometer in die Achſe des Gefäßes, und merkt ſo genau als möglich die Zeit an, während welcher das darin enthaltene und mit dieſer oder jener Umhüllung umgebene Fluidum erkaltet.

Da nun die Zeit, binnen welcher das Fluidum in der kalten Luft, die daſſelbe umgiebt, von ſeiner Temperatur eine gewiſſe Anzahl Grade verliert, bald länger bald kürzer iſt, je nachdem die Umhüllung des Apparats mehr oder weniger dazu beiträgt, die in dem gedachten Fluidum befindliche Wärme zu erhalten: ſo ergiebt ſich von ſelbſt, daß ſich vermittelſt dieſer Verfahrungsart die relative Wärme der verſchiedenen Umhüllungen genau beſtimmen läßt.

Ich ließ mir vier Apparate dieſer Art machen, die insgeſammt ſo ziemlich einerlei Größe hatten. Die Cylinder hatten vier Zoll im Durchmeſſer und ſind vier Zoll hoch. Die cylinderförmigen Hälſe haben ungefähr $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmeſſer und vier Zoll Länge. Der Hals ſteht im Mittelpunkte der zirkelrunden Scheibe, die den obern Theil des cylinderförmigen Gefäßes ausmacht, und mitten in der entgegengeſetzten Scheibe, die den Boden des Gefäßes bildet, iſt eine cylinderförmige Tille (douille) angebracht, die $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmeſſer hat, und drei Zoll lang iſt. In dieſe Tille wird das Fußgeſtell eingepaßt, worauf man den Apparat ſtellt, ſo daß die Luft, von welcher es umgeben iſt, beinahe über die ganze Oberfläche deſſelben frei und ungehindert hinwegſtreichen kann.

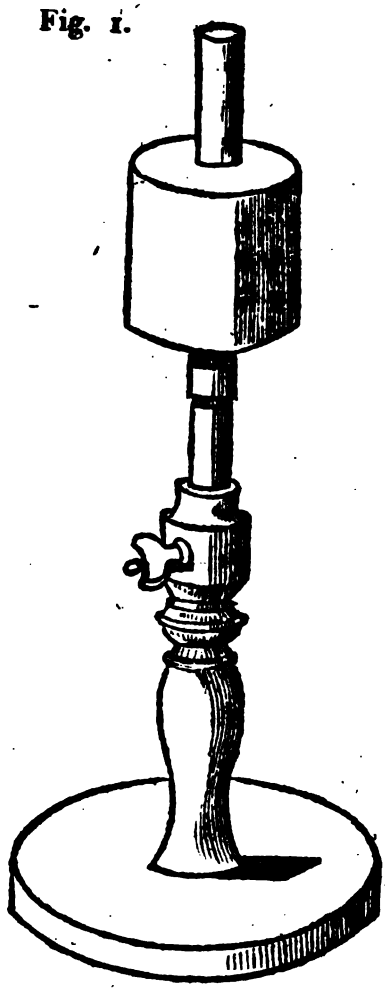
Da der Behälter des Thermometers die Form eines Cylinders hat, und der ganzen Länge nach in der Achſe des Gefäßes ſteckt, ſo verſteht ſich von ſelbſt, daß er jederzeit die mittlere Temperatur des darin enthaltenen Fluidums regelmäßig anzeigt, ſo groß auch übrigens der Unterſchied in der Temperatur der verſchiedenen Schichten (tranches) des gedachten Fluidums ſeyn möge.

Das untere Ende der Garnirung des Thermometers, geht zum Theil in den cylinderförmigen Hals des Gefäßes hinein, und gedrängt genug, um zu bewirken, daß das Inſtrument in ſeiner gehörigen Stellung bleibt, ohne der Gefahr des Zerbrechens ausgeſetzt zu ſeyn.

Der untere Theil des Thermometer-Behälters, geht beinahe bis auf den Boden des Gefäßes hinab, ohne ihn jedoch zu berühren.

An der hier unten ſtehenden Figur kann man abnehmen, wie dieſer Apparat ausſieht, wenn er auf ſeinem Fußgeſtelle ſteht. Dieſes Fußgeſtelle iſt dergeſtalt eingerichtet, daß man das Inſtrument nach Belieben bald in die Höhe ſchieben, bald wieder herablaſſen kann. (In Ermangelung des Raums, hat das Thermometer wegbleiben müſſen.)

Fig. 1.



Obige Beſchreibung iſt ſo deutlich, daß man nur die Figur anſehen darf, um jede anderweitige Erklärung entbehren zu können. Das cylinderförmige Gefäß iſt hier genau ſo abgebildet, wie es ausſieht, wenn es auf ſeinem Fußgeſtelle ſteht.

Da ich bei meinen erſten, mit dieſem Apparat vorgenommenen Experimenten, bemerkt hatte, daß ſich meine mannichfaltigen Umhüllungen, ſowohl an der oberen und unteren Abtheilung, als auch an dem vertikalen Umfange des Gefäßes, nicht gut anbringen ließen, ſo kam ich auf den Einfall, dieſe beiden Abtheilungen mit einer permanenten überaus warmen Umhüllung zu bedecken, damit der größtmöglichſte Theil der Luft gezwungen würde, durch die cylinderförmige Seitenwand zu dringen, an welcher ich Umhüllungen von allerlei Art, beſonders aber mehr oder minder dichte Luftſchichten anbringen konnte, deren verhältnißmäßige Wärme ich vermittelſt dieſes Experiments zu erforſchen wünſchte.

Ich ließ mir daher zwei cylinderförmige Schachteln von ganz dünnem Holze machen, die beinahe ſo ausſahen, wie die gewöhnlichen Pillenſchachteln, nur mit dem Unterſchiede, daß ſie viel größer waren. Ihr Durchmeſſer war etwas kleiner, als jener des

den Zeit erkaltete, wie auch übrigens die Temperatur der im Zimmer befindlichen Luft beſchaffen ſeyn mochte; jedoch immer unter der Vorausſetzung, daß die Differenz zwiſchen der Temperatur des Apparats und der im Zimmer befindlichen Luft, immer dieſelbe blieb, wie zu Anfange des Experiments.

Das Intervall, welches ich in der Abſicht annahm, die Reſultate meiner Experimente mit einander zu vergleichen, beſteht aus zehen Grad der Fahrenheitiſchen Thermometer-Skale, fängt mit dem fünfzigſten Grade der äußeren Lufttemperatur an, und erreicht ſeine Endſchaft mit dem vierzigſten Grade über dieſer nämlichen Temperatur. Wenn nun die äußere Luft ſich z. B. wie 50° verhielte, ſo würde das Intervall bei 108° anfangen, und mit 98° ſeine Endſchaft erreichen; ſollte ſich aber die Temperatur der Luft wie 64½° verhalten, ſo würde das Intervall mit 114° ſeinen Anfang nehmen und mit 104° ſich endigen.

Man wird aus den nachſtehenden Reſultaten von eilf Experimenten, die an verſchiedenen Tagen und bei verſchiedenen Temperaturen der äußeren Luft, vorgenommen wurden, erſehen, daß, wenn die anfängliche Differenz zwiſchen der Temperatur des Apparats und der Zimmerluft, dieſelbe iſt, zugleich auch der nämliche Apparat in eben derſelben

blieben in demſelben Zuſtande, wie man ſie in der erſten Figur dargeſtellt ſieht, nämlich ohne daß ihre beiden Enden auf eine permanente Art bedeckt wurden.

Zu jedem Experimente gebrauchte man zwei dergleichen Apparate, und zwar immer paarweiſe. Das eine der vorerwähnten Gefäße war bloß, das andere aber bekleidet. Da nun die erſtere dieſer beiden Anordnungen dazu diente, daß man immer Vergleichungen anſtellen konnte, ſo ergiebt ſich von ſelbſt, daß man auf dieſe Art viel richtigere Reſultate erhielt, als wenn die Experimente an verſchiedenen Tagen, mit verſchiedenen Enveloppen und auf eine ſolche Art gemacht worden wären, daß ſie ſo zu ſagen iſolirt wären, und man ſich folglich außer Stand geſehen hätte, ſie mit einem und demſelben, ſeiner Beſchaffenheit nach unveränderlichen Apparate, vergleichen zu können.

Nun ſchritt man zu den Experimenten ſelbſt, und trug die Reſultate derſelben in ein Regiſter ein, wobei man auf folgende Art zu Werke gieng. Man ſetzte nämlich die beiden Inſtrumente, deren man ſich zu dem Experimente zu bedienen gedachte, und die bereits auf ihren Fußgeſtellen ruhten, auf den

Erdboden. Man goß ſo viel kochendes Waſſer hinein, daß daſſelbe nur noch etwa anderthalb Zoll vom Rande des Halſes ſtand. Man that ſodann die Thermometer hinein, und ſtellte die beiden Apparate, ungefähr drei Schuh weit von einander, auf einen hohen Tiſch, der in einem ziemlich geräumigen Saale *) ſtand, wo man ſie, ohne weiter das mindeſte damit vorzunehmen, allmählig kalt werden ließ. Nicht weit von dieſen Apparaten, und in gleicher Höhe mit denſelben, hieng über dieſer Tafel ein Thermometer, welches dazu beſtimmt war, die Temperatur des Zimmers anzuzeigen. Während der Experimente durfte niemand durch den Saal gehen, und um zu verhüten daß in der Zimmerluft durch die Wärme, welche die von außen hereinfallenden Lichtſtrahlen erregen konnten, keine partiellen Ströhmungen verurſacht würden, hielt man die von innen im Saale angebrachten Fenſterladen ſorgfältig verſchloſſen, bis auf einen, der von Zeit zu Zeit in der Abſicht geöffnet wurde, um den Stand des Thermometers zu beobachten, und zu ſehen, wie das Experiment von ſtatten gieng.

*) Dieſer Saal, welcher zu München an mein Laboratorium ſtieß, war 19 Schuh breit, 24 Schuh lang und 13 Schuh hoch.

Die Reſultate eines jeden einzelnen Experiments wurden auf ein beſonderes Blatt erklärt, welches man vermittelſt vertikaler und horizontaler Linien in Columnen abgetheilt hatte, und zwar auf die Art und Weiſe, welche man, um dieſem Verzeichniſſe den möglichſten Grad von Vollſtändigkeit zu verſchaffen, für die zweckmäßigſte hielt. Ich will hier die Abſchrift eines dieſer Blätter beifügen, woraus man die Reſultate eines ſehr merkwürdigen Experiments, das ſechs und zwanzig Stunden ununterbrochen fortdauerte, erſehen kann.

Experiment über die Wärme.

Veranſtaltet zu München den 11. März 1803.

„Die großen cylinderförmigen Gefäße, Nro. „1 und 2 (beſtehend aus dünnen Meſſingblättchen) „wurden mit heißem Waſſer gefüllt, und in ein „großes Zimmer geſtellt, wo ſie unangetaſtet ſtehen „blieben. — Die äußerſten Enden beider Inſtru„mente hatte man mit einer ſtark erwärmenden Um„hüllung von Pelzwerk u. ſ. w. bekleidet. — Die „polirten vertikalen Seiten des Gefäßes Nro. 1 „hatten keine Umhüllung, die Seiten des Ge„fäßes Nro. 2 waren bloß mit einer Umhüllung von „weißer, zarter, Irländiſcher Leinwand umgeben,

„die nicht mehr ganz neu war, und an die metallene „Oberfläche dicht anſchloß.“

Zeit		Temperatur		Temperatur der Luft	Zeit		Temperatur		Temperatur der Luft
St.	M.	No. 1. bloß	No. 2. umhüllt		St.	M.	No. 1. bloß	No. 2. umhüllt	
10	10	126 1/8 °	126 °	43 1/2 °	—	30	59 1/2 °	52 °	— °
—	30	100 1/2	106 1/2	43 1/2	5	30	57	49 3/4	42 1/2
—	45	105	100 1/8	43 3/4	6	—	55 1/2	49 1/8	—
11	—	101 1/4	94 3/4	44	—	30	54 1/4	48 1/4	—
—	2 1/2	—	94	—	7	—	53 1/2	47 1/2	42
—	15	97 1/2	90 1/4	—	8	—	51 1/2	46 1/2	—
—	30	94	86 1/4	—	9	—	50	45 3/4	—
—	39	—	84	—	10	—	49	45	—
—	45	91 1/4	82 1/2	—	8	d. 12. März	43	42	40
12	—	88 1/8	79 3/8	—	Man bringt die Inſtrumente in				
—	15	85 1/2	76	—	ein anderes geheiztes Zimmer.				
—	25	84	—	—	8	2	43	42	62
—	30	—	74 1/2	—	—	32	44 3/4	44 3/4	62 1/2
—	45	80	70	—	—	47	46	46 1/2	63
1	—	78	68 1/8	—	9	24	48	49 1/2	—
—	30	74 1/4	64 1/4	—	19	—	50	52	—
2	—	71 1/8	61 1/2	43 3/4	—	41	51 1/2	53 7/8	—
—	30	68 1/8	58 3/4	43 1/2	12	—	54	56 1/2	—
3	—	65 1/4	56 1/4	—	12	26	54 1/2	56 1/2	—
—	30	63 1/2	54 1/4	—	Hier wurde das Experiment be-				
4	—	61 3/4	53 1/2	34 1/2	endigt.				

Wenn man hiernächſt von der um 11 Uhr 3
= 86¼° beobachteten Temperatur, dann von der u
11 Uhr 45′ = 82¼° beobachteten Temperatur, un
der zwiſchen dieſen beiden Beobachtungen verſtrich
nen Zeit = 15 Minuten, nach obiger Berechnu
den Augenblick abziehen will, wo die Temperat
des Inſtruments auf 84° ſtand (und dieſes iſt d
niedrigſte Standpunkt des erwähnten Intervalls v
10°, welcher der Lufttemperatur von 44° entſprich
worin der Apparat erkaltete) ſo kommen 8 Min
ten 55 Sekunden nach 11 Uhr 30′ heraus. D
Beobachtung hingegen zeigt 11 Uhr 39′, ſo daß di
ſes Reſultat von jenem, das durch die Berechnu
herauskam, nur um 5 Sekunden abweicht.

Wenn die Behauptung eines der größten G
lehrten, die je gelebt haben, gegründet iſt, daß ſi
nämlich die Geſchwindigkeit, nach welcher ein in ei
kaltes flüſſiges Mittel getauchter warmer Körp
ſeine Wärme verliert, genau ſo verhält, wie d
Differenz zwiſchen der Temperatur dieſes Körper
und der Temperatur des denſelben umgebende
Mediums, ſo kann die Curve PQ ſchlechterdings
keine andere ſeyn, als die logarithmiſche. Vielleic
iſt ſie es wirklich, und wenn dies wirklich der Fa
ſeyn ſollte, ſo würde man die beobachteten Differen

gen nichts anderem zuſchreiben können, als dem Umſtande, daß unſere Thermometer auf eine ſehr unvollkommene Art abgetheilt ſind. Dem zu Folge würde es eben nichts Unmögliches ſeyn, die Thermometer-Skale auf eine ſolche Art einzutheilen, daß ſie das gleichförmige Wachsthum der Wärme richtig anzeigte. Doch, hier iſt der Ort nicht, dieſe Idee umſtändlicher aus einander zu ſetzen; ich werde aber in der Folge Gelegenheit finden, wieder auf dieſelbe zu kommen.

Eine große Anzahl Experimente, die ich bloß in der Abſicht anſtellte, den Gang meiner Inſtrumente kennen zu lernen, und mich von ihrer Richtigkeit zu überzeugen, will ich hier gar nicht erwähnen, ſondern ſogleich mehrere auf einander folgende Verſuche beſchreiben, die mir zu äußerſt intereſſanten Reſultaten verhalfen.

Erſtes Experiment.

Das große cylindriſche Gefäß Nro. 1, welches an den zwei äußerſten Enden mit warmhaltender Umhüllung verſehen, deſſen vertikale ſehr fein polirte Wand aber nicht ausgefüttert war, wurde beinahe mit ſiedendem heißem Waſſer gefüllt, dann auf ſein Fußgeſtelle geſetzt, und in einem großen ruhigen

Aus diesem Verzeichnisse konnte man nun zwar gleich auf den ersten Blick ersehen, ob die Umhüllung, womit das eine dieser beiden Instrumente bekleidet war, die Zeitdauer seines Kaltwerdens verlängerte, oder nicht; wollte man jedoch die Resultate dieser Experimente, und besonders derjenigen, die an verschiedenen Tagen vorgenommen wurden, in der Absicht mit einander vergleichen, um hiernach genau bestimmen zu können, wie viel die eine Umhüllung die andere an Wärme übertreffe: so mußte man ein gewisses Intervall zwischen zwei vom Thermometer angezeigten Temperaturen annehmen, von welchen die eine immer gleich weit von der Temperatur der Zimmerluft entfernt blieb, damit die verhältnißmäßige Bekleidungswärme dieser oder jener Enveloppe, oder ihr Vermögen, bei sich zu behalten, mit Gewißheit nach der Zeitdauer geschätzt werden konnte, die der mit dieser Umhüllung bekleidete Apparat nöthig hatte, sich einer gewissen Quantität Wärme zu entladen.

Das Resultat einer beträchtlichen Anzahl Experimente, überzeugte mich, daß ein und derselbe Apparat allemal unter einer gewissen Anzahl Grade (die eben nicht gar beträchtlich war, und z. B. nur aus 10° bestand) beinahe zu einer und eben derselben

den Zeit erkaltete, wie auch übrigens die Temperatur der im Zimmer befindlichen Luft beſchaffen ſeyn mochte; jedoch immer unter der Vorausſetzung, daß die Differenz zwiſchen der Temperatur des Apparats und der im Zimmer befindlichen Luft, immer dieſelbe blieb, wie zu Anfange des Experiments.

Das Intervall, welches ich in der Abſicht annahm, die Reſultate meiner Experimente mit einander zu vergleichen, beſteht aus zehen Grad der Fahrenheitiſchen Thermometer-Skale, fängt mit dem fünfzigſten Grade der äußeren Lufttemperatur an, und erreicht ſeine Endſchaft mit dem vierzigſten Grade über dieſer nämlichen Temperatur. Wenn nun die äußere Luft ſich z. B. wie 50° verhielte, ſo würde das Intervall bei 108° anfangen, und mit 98° ſeine Endſchaft erreichen; ſollte ſich aber die Temperatur der Luft wie 64½° verhalten, ſo würde das Intervall mit 114° ſeinen Anfang nehmen und mit 104° ſich endigen.

Man wird aus den nachſtehenden Reſultaten von eilf Experimenten, die an verſchiedenen Tagen und bei verſchiedenen Temperaturen der äußeren Luft, vorgenommen wurden, erſehen, daß, wenn die anfängliche Differenz zwiſchen der Temperatur des Apparats und der Zimmerluft, dieſelbe iſt, zugleich auch der nämliche Apparat in eben derſelben

Zeit faſt immer eine gleiche Anzahl Grade der Wärme verliert.

Als man die beiden Flächen, ſowohl die obere als die untere, des cylinderförmigen Gefäßes Nro. 1, tüchtig mit Eiderdun, Pelzwerk und dergl. ausgefüttert, und die Seiten deſſelben in einem großen Zimmer, wo alles ruhig und ſtill war, der äußeren Luft bloßgeſtellt hatte, erkaltete daſſelbe mit 10°; das heißt, es fiel vom funfzigſten Grad, über der äußeren Lufttemperatur, bis zum vierzigſten, und zwar in eben dem Verhältniſſe, wie man es in nachſtehender Tafel angezeigt findet.

Temperatur der äußeren Luft.	Abnahme der Temperatur von 10 zu 10 Grad, nämlich:	Zeitdauer binnen welcher 10 Grad Wärme verloren gehen.
44°	von 94° auf 84°	55 Minuten.
45½	95½ 85½	55½
48	98 88	55½
51½	101½ 91	55½
52	102 92	54
54	104 94	54½
44	94 84	55½
42½	92½ 82½	55½
45	95 85	56
46	96 86	55
44	94 84	55½

Das Faktum, welches aus dieſen Experimenten hervorgeht, iſt auch durch viele andere, mit denſelben Inſtrumenten und zwar in einer Temperatur von 64° vorgenommene Experimente, beſtätigt worden; hier aber iſt der Ort nicht derſelben ausführlich zu erwähnen.

Da ſich mitunter (obgleich nur ſelten) der Fall ereignete, daß ich während eines Experiments, wozu gewöhnlich mehrere Stunden Zeit erforderlich waren, zu einer anderen Beſchäftigung abgerufen wurde, folglich nicht wahrnehmen konnte, wenn das Queckſilber zu dem einen oder dem anderen Punkte gelangte, der entweder den Anfang oder das Ende des Intervalls beſtimmte, ſo war es ſchlechterdings nöthig, ein Mittel zu erdenken, wodurch das Fehlende auf eine ſolche Art ergänzt würde, daß die nicht beobachteten Punkte ſich von ſelbſt anbeuten müßten.

Zur Erleichterung dieſes Vorhabens ſuchte ich das Naturgeſetz auszuforſchen, nach welchem warme Körper in einem ſie umgebenden kalten Mittel erkalten, und da fand ich denn Urſache, die Schlußfolge zu ziehen:

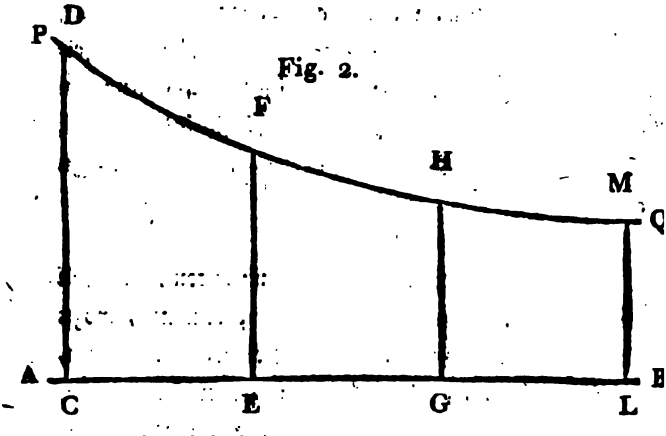


Fig. 2.

Man errichtet auf einer geraden Linie A B, eine Perpendikulärlinie C D, die der Differenz zwiſchen den nach Graden des Thermometers ausgedrückten Temperaturen warmer Körper, und der dieſelben umgebenden mittleren Temperatur, gleicht. Dann drückt man eine gewiſſe Zeitdauer durch die Abtheilung C E aus, die auf der Linie A B genommen wird, und errichtet auf dem Punkte E eine zweite Perpendikulärlinie E F, die der Differenz der Temperaturen zu Ende der durch C E ausgedrückten Zeit gleicht. Wenn nun, auf eben dieſe Art, die Perpendikulärlinien G H und L M, die Verſchiedenheit der Temperaturen zu Ende der durch E G und G L vorgeſtellten Temperaturen ausdrücken, ſo wird die

Curbe PQ, welche man durch die Punkte D, F, H, M, zieht, die logarithmiſche ſeyn; oder, wenn auch hierin ein gewiſſer Unterſchied obwalten ſollte, ſo würde doch derſelbe, beſonders auf eine kleine Anzahl Grade und in Bezug auf eine ſich über 40 bis 50 Grad erſtreckende Temperatur des umgebenden Mittels, ſo unbedeutend ſeyn, daß aus der Vorausſetzung, als wenn die gedachte Curbe wirklich die logarithmiſche ſey, kein merklicher Irrthum entſtehen kann, und man wird immer im Stande ſeyn, nach Maaßgabe derſelben die Beobachtungen, welche man nicht ſelbſt anſtellen kann, durch die Berechnung genau zu beſtimmen. Dieſe Berechnung herausbringen, iſt mit Beihülfe einer Logarithmentabelle ſehr leicht, wenn man auf folgende Weiſe verfährt.

Wir wollen annehmen, CD, CG und GH, ſey bereits durch Obſervation beſtimmt, und man ſuche jetzt nur noch vermittelſt die Abſciſſe CE, die irgend einer intermediären Ordonate EF entſpricht, durch die Berechnung herauszubringen; oder, was auf eins hinauskömmt, man ſuche ausfindig zu machen, in welchem Ru ſich der Körper, welcher erkaltet iſt, in der intermediären Temperatur = EF, zwiſchen der Temperatur = CD, welche durch die Obſervation angezeigt iſt, zur Zeit C und während

blieben in demſelben Zuſtande, wie man ſie in der erſten Figur dargeſtellt ſieht, nämlich ohne daß ihre beiden Enden auf eine permanente Art bedeckt wurden.

Zu jedem Experimente gebrauchte man zwei dergleichen Apparate, und zwar immer paarweiſe. Das eine der vorerwähnten Gefäße war bloß, das andere aber bekleidet. Da nun die erſtere dieſer beiden Anordnungen dazu diente, daß man immer Vergleichungen anſtellen konnte, ſo ergiebt ſich von ſelbſt, daß man auf dieſe Art viel richtigere Reſultate erhielt, als wenn die Experimente an verſchiedenen Tagen, mit verſchiedenen Enveloppen und auf eine ſolche Art gemacht worden wären, daß ſie ſo zu ſagen iſolirt wären, und man ſich folglich außer Stand geſehen hätte, ſie mit einem und demſelben, ſeiner Beſchaffenheit nach unveränderlichen Apparate, vergleichen zu können.

Nun ſchritt man zu den Experimenten ſelbſt, und trug die Reſultate derſelben in ein Regiſter ein, wobei man auf folgende Art zu Werke gieng. Man ſetzte nämlich die beiden Inſtrumente, deren man ſich zu dem Experimente zu bedienen gedachte, und die bereits auf ihren Fußgeſtellen ruhten, auf den

Erdboden. Man goß ſo viel kochendes Waſſer hinein, daß daſſelbe nur noch etwa anderthalb Zoll vom Rande des Halſes ſtand. Man that ſodann die Thermometer hinein, und ſtellte die beiden Apparate, ungefähr drei Schuh weit von einander, auf einen hohen Tiſch, der in einem ziemlich geräumigen Saale *) ſtand, wo man ſie, ohne weiter das mindeſte damit vorzunehmen, allmählig kalt werden ließ. Nicht weit von dieſen Apparaten, und in gleicher Höhe mit denſelben, hieng über dieſer Tafel ein Thermometer, welches dazu beſtimmt war, die Temperatur des Zimmers anzuzeigen. Während der Experimente durfte niemand durch den Saal gehen, und um zu verhüten daß in der Zimmerluft durch die Wärme, welche die von außen hereinfallenden Lichtſtrahlen erregen konnten, keine partiellen Ströhmungen verurſacht würden, hielt man die von innen im Saale angebrachten Fenſterladen ſorgfältig verſchloſſen, bis auf einen, der von Zeit zu Zeit in der Abſicht geöffnet wurde, um den Stand des Thermometers zu beobachten, und zu ſehen, wie das Experiment von ſtatten gieng.

*) Dieſer Saal, welcher zu München an mein Laboratorium ſtieß, war 19 Schuh breit, 24 Schuh lang und 13 Schuh hoch.

Die Reſultate eines jeden einzelnen Experiments wurden auf ein beſonderes Blatt erklärt, welches man vermittelſt vertikaler und horizontaler Linien in Columnen abgetheilt hatte, und zwar auf die Art und Weiſe, welche man, um dieſem Verzeichniſſe den möglichſten Grad von Vollſtändigkeit zu verſchaffen, für die zweckmäßigſte hielt. Ich will hier die Abſchrift eines dieſer Blätter beifügen, woraus man die Reſultate eines ſehr merkwürdigen Experiments, das ſechs und zwanzig Stunden ununterbrochen fortdauerte, erſehen kann.

Experiment über die Wärme.

Veranſtaltet zu München den 11. März 1803.

„Die großen cylinderförmigen Gefäße, Nro. „1 und 2 (beſtehend aus dünnen Meſſingblättchen) „wurden mit heißem Waſſer gefüllt, und in ein „großes Zimmer geſtellt, wo ſie unangetaſtet ſtehen „blieben. — Die äußerſten Enden beider Inſtru„mente hatte man mit einer ſtark erwärmenden Um„hüllung von Pelzwerk u. ſ. w. bekleidet. — Die „polirten vertikalen Seiten des Gefäßes Nro. 1 „hatten keine Umhüllung, die Seiten des Ge„fäßes Nro. 2 waren bloß mit einer Umhüllung von „weißer, zarter, Irländiſcher Leinwand umgeben,

„die nicht mehr ganz neu war, und an die metallene „Oberfläche dicht anſchloß.“

Zeit		Temperatur		Temperatur der Luft	Zeit		Temperatur		Temperatur der Luft
St.	M.	No. 1. bloß	No. 2. umhüllt		St.	M.	No. 1. bloß	No. 2. umhüllt	
10	10	$126\frac{1}{8}$°	126 °	$43\frac{1}{2}$°	—	30	$59\frac{1}{2}$°	52 °	—°
—	30	$100\frac{1}{2}$	$106\frac{1}{2}$	$43\frac{1}{2}$	5	30	57	$49\frac{3}{4}$	$42\frac{1}{2}$
—	45	105	$100\frac{1}{2}$	$43\frac{3}{4}$	6	—	$55\frac{1}{2}$	$49\frac{1}{8}$	—
11	—	$101\frac{1}{4}$	$94\frac{3}{4}$	44	—	30	$54\frac{1}{4}$	$48\frac{1}{4}$	—
—	$2\frac{1}{2}$	—	94	—	7	—	$53\frac{1}{2}$	$47\frac{1}{2}$	42
—	15	$97\frac{1}{2}$	$90\frac{1}{4}$	—	8	—	$51\frac{1}{2}$	$46\frac{1}{2}$	—
—	30	94	$86\frac{1}{4}$	—	9	—	50	$45\frac{3}{4}$	—
—	39	—	84	—	10	—	49	45	—
—	45	$91\frac{1}{4}$	$82\frac{1}{2}$	—	8	d. 12. März	43	42	40
12	—	$88\frac{1}{8}$	$79\frac{3}{8}$	—	Man bringt die Inſtrumente in				
—	15	$85\frac{1}{2}$	76	—	ein anderes geheiztes Zimmer.				
—	25	84	—	—	8	2	43	42	62
—	30	—	$74\frac{1}{2}$	—	—	32	$44\frac{3}{4}$	$44\frac{3}{4}$	$62\frac{1}{2}$
—	45	80	70	—	—	47	46	$46\frac{1}{2}$	63
1	—	78	$68\frac{1}{2}$	—	9	24	48	$49\frac{1}{2}$	—
—	30	$74\frac{1}{4}$	$64\frac{1}{4}$	—	19	—	50	52	—
2	—	$71\frac{1}{8}$	$61\frac{1}{2}$	$43\frac{3}{4}$	—	41	$51\frac{1}{2}$	$53\frac{7}{8}$	—
—	30	$68\frac{1}{8}$	$58\frac{3}{4}$	$43\frac{1}{2}$	12	—	54	$56\frac{1}{2}$	—
3	—	$65\frac{1}{4}$	$56\frac{3}{4}$	—	12	26	$54\frac{1}{2}$	$56\frac{1}{2}$	—
—	30	$63\frac{1}{2}$	$54\frac{3}{4}$	—	Hier wurde das Experiment be-				
4	—	$61\frac{3}{4}$	$53\frac{1}{2}$	$34\frac{1}{2}$	endigt.				

Aus diesem Verzeichnisse konnte man nun zwar gleich auf den ersten Blick ersehen, ob die Umhüllung, womit das eine dieser beiden Instrumente bekleidet war, die Zeitdauer seines Kaltwerdens verlängerte, oder nicht; wollte man jedoch die Resultate dieser Experimente, und besonders derjenigen, die an verschiedenen Tagen vorgenommen wurden, in der Absicht mit einander vergleichen, um hiernach genau bestimmen zu können, wie viel die eine Umhüllung die andere an Wärme übertreffe: so mußte man ein gewisses Intervall zwischen zwei vom Thermometer angezeigten Temperaturen annehmen, von welchen die eine immer gleich weit von der Temperatur der Zimmerluft entfernt blieb, damit die verhältnißmäßige Bekleidungswärme dieser oder jener Enveloppe, oder ihr Vermögen, bei sich zu behalten, mit Gewißheit nach der Zeitdauer geschätzt werden konnte, die der mit dieser Umhüllung bekleidete Apparat nöthig hatte, sich einer gewissen Quantität Wärme zu entladen.

Das Resultat einer beträchtlichen Anzahl Experimente, überzeugte mich, daß ein und derselbe Apparat allemal unter einer gewissen Anzahl Grade (die eben nicht gar beträchtlich war, und z. B. nur aus 10° bestand) beinahe zu einer und eben derselben

den Zeit erkaltete, wie auch übrigens die Temperatur der im Zimmer befindlichen Luft beſchaffen ſeyn mochte; jedoch immer unter der Vorausſetzung, daß die Differenz zwiſchen der Temperatur des Apparats und der im Zimmer befindlichen Luft, immer dieſelbe blieb, wie zu Anfange des Experiments.

Das Intervall, welches ich in der Abſicht annahm, die Reſultate meiner Experimente mit einander zu vergleichen, beſteht aus zehen Grad der Fahrenheitiſchen Thermometer-Skale, fängt mit dem fünfzigſten Grade der äußeren Lufttemperatur an, und erreicht ſeine Endſchaft mit dem vierzigſten Grade über dieſer nämlichen Temperatur. Wenn nun die äußere Luft ſich z. B. wie 50° verhielte, ſo würde das Intervall bei 108° anfangen, und mit 98° ſeine Endſchaft erreichen; ſollte ſich aber die Temperatur der Luft wie 64½° verhalten, ſo würde das Intervall mit 114° ſeinen Anfang nehmen und mit 104° ſich endigen.

Man wird aus den nachſtehenden Reſultaten von eilf Experimenten, die an verſchiedenen Tagen und bei verſchiedenen Temperaturen der äußeren Luft, vorgenommen wurden, erſehen, daß, wenn die anfängliche Differenz zwiſchen der Temperatur des Apparats und der Zimmerluft, dieſelbe iſt, zugleich auch der nämliche Apparat in eben derſelben

Zeit faſt immer eine gleiche Anzahl Grade der Wärme verliert.

Als man die beiden Flächen, ſowohl die obere als die untere, des cylinderförmigen Gefäßes Nro. 1, tüchtig mit Eiderdun, Pelzwerk und dergl. ausgefüttert, und die Seiten deſſelben in einem großen Zimmer, wo alles ruhig und ſtill war, der äußeren Luft bloßgeſtellt hatte, erkaltete daſſelbe mit 10°; das heißt, es fiel vom funfzigſten Grad, über der äußeren Lufttemperatur, bis zum vierzigſten, und zwar in eben dem Verhältniſſe, wie man es in nachſtehender Tafel angezeigt findet.

Temperatur der äußeren Luft.	Abnahme der Temperatur von 10 zu 10 Grad, nämlich:		Zeitdauer binnen welcher 10 Grad Wärme verloren gehen.
44°	von 94°	auf 84°	55 Minuten.
45½	95½	85½	55½
48	98	88	55½
51½	101½	91	55½
52	102	92	54
54	104	94	54½
44	94	84	55½
42½	92½	82½	55½
45	93	85	56
46	96	86	55
44	94	84	55½

Das Faktum, welches aus dieſen Experimenten hervorgeht, iſt auch durch viele andere, mit denſelben Inſtrumenten und zwar in einer Temperatur von 64° vorgenommene Experimente, beſtätigt worden; hier aber iſt der Ort nicht derſelben ausführlich zu erwähnen.

Da ſich mitunter (obgleich nur ſelten) der Fall ereignete, daß ich während eines Experiments, wozu gewöhnlich mehrere Stunden Zeit erforderlich waren, zu einer anderen Beſchäftigung abgerufen wurde, folglich nicht wahrnehmen konnte, wenn das Queckſilber zu dem einen oder dem anderen Punkte gelangte, der entweder den Anfang oder das Ende des Intervalls beſtimmte, ſo war es ſchlechterdings nöthig, ein Mittel zu erdenken, wodurch das Fehlende auf eine ſolche Art ergänzt würde, daß die nicht beobachteten Punkte ſich von ſelbſt andeuten müßten.

Zur Erleichterung dieſes Vorhabens ſuchte ich das Naturgeſetz auszuforſchen, nach welchem warme Körper in einem ſie umgebenden kalten Mittel erkalten, und da fand ich denn Urſache, die Schlußfolge zu ziehen:

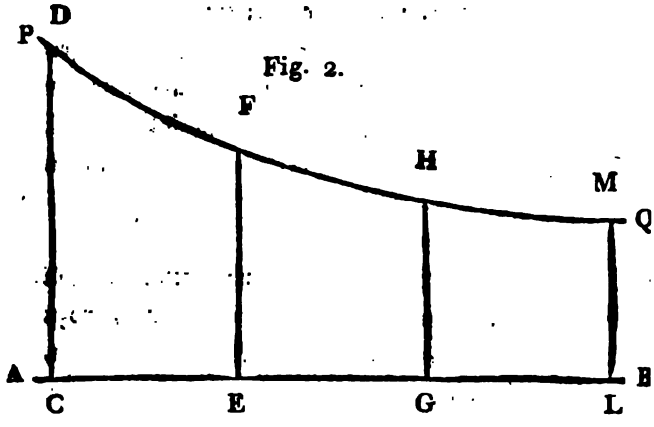


Fig. 2.

Man errichtet auf einer geraden Linie AB, eine Perpendikulärlinie CD, die der Differenz zwischen den nach Graden des Thermometers ausgedrückten Temperaturen warmer Körper, und der dieselben umgebenden mittleren Temperatur, gleicht. Dann drückt man eine gewisse Zeitdauer durch die Abtheilung CE aus, die auf der Linie AB genommen wird, und errichtet auf dem Punkte E eine zweite Perpendikulärlinie EF, die der Differenz der Temperaturen zu Ende der durch CE ausgedrückten Zeit gleicht. Wenn nun, auf eben diese Art, die Perpendikulärlinien GH und LM, die Verschiedenheit der Temperaturen zu Ende der durch EG und GL vorgestellten Temperaturen ausdrücken, so wird die

Curbe PQ, welche man durch die Punkte D, F, H, M, zieht, die logarithmiſche ſeyn; oder, wenn auch hierin ein gewiſſer Unterſchied obwalten ſollte, ſo würde doch derſelbe, beſonders auf eine kleine Anzahl Grade und in Bezug auf eine ſich über 40 bis 50 Grad erſtreckende Temperatur des umgebenden Mittels, ſo unbedeutend ſeyn, daß aus der Vorausſetzung, als wenn die gedachte Curbe wirklich die logarithmiſche ſey, kein merklicher Irrthum entſtehen kann, und man wird immer im Stande ſeyn, nach Maaßgabe derſelben die Beobachtungen, welche man nicht ſelbſt anſtellen kann, durch die Berechnung genau zu beſtimmen. Dieſe Berechnung herausbringen, iſt mit Beihülfe einer Logarithmentabelle ſehr leicht, wenn man auf folgende Weiſe verfährt.

Wir wollen annehmen, CD, CG und GH, ſey bereits durch Obſervation beſtimmt, und man ſuche jetzt nur noch vermittelſt die Abſciſſe CE, die irgend einer intermediären Ordonate EF entſpricht, durch die Berechnung herauszubringen; oder, was auf eins hinauskömmt, man ſuche ausfindig zu machen, in welchem Nu ſich der Körper, welcher erkaltet iſt, in der intermediären Temperatur = EF, zwiſchen der Temperatur = CD, welche durch die Obſervation angezeigt iſt, zur Zeit C und während

der Temperatur = GH, befunden habe, welche man am Ende der Zeit CG beobachtet hat.

Man nehme den Log. CD — Log. GH : CG : : I : m (m iſt die Modul der Tafeln, oder die Subtangente der Curbe, auf dem Punkte D *) und CE = m + Log. CD — Log. EF.

Wenn man nun z. B. während des Experiments vom eilften März (welches ich ſo eben beſchrieben habe,) den Augenblick, wo das Inſtrument Nro. 2, als es erkaltete, den wichtigen Punkt von 94° erreich-

*) Die Subtangente zeigt an, in welcher Zeit das Inſtrument ſo kalt werden würde, wie die daſſelbe umgebende Temperatur, wenn ſein Kaltwerden auf dem Punkte D immer auf einerlei Art von ſtatten gienge. Und da die Subtangente der logarithmiſchen Linie immer dieſelbe bleibt, wenn P Q die Curbe iſt, ſo folgt, daß die Geſchwindigkeit, mit welcher ein warmer Körper in einem ihn umgebenden flüſſigen Mittel erkaltet, überall von gleicher Beſchaffenheit iſt; denn, wenn ſie jederzeit auf einerlei Art fortdauerte, ſo würde der Körper in der nämlichen Zeit die Temperatur des Mediums annehmen, wenn auch übrigens die Temperatur des warmen Körpers in dem Augenblicke, wo ſein Kaltwerden gleichen Gang hält, noch ſo ſehr übertreffen ſollte.

te, nicht beobachtet hätte, ſo würde man ſich vermittelſt der Berechnung auf folgende Art helfen können.

CD = 94¼, ſey die zunächſt beobachtete Temperatur über EF (= 94°); GH = 90¼ ſey die nächſte Temperatur unter dieſem Punkte; und CG = 15 Minuten, oder 900 Sekunden bedeute die Zeit, welche zwiſchen dieſen beiden Beobachtungen verſtrich.

Nun nehme man, Log. 94¼ = 1. 9765792
Log. 90¼ = 1. 9554472
Diff. CD — Log. GH = 0. 0211320
und 0. 0211320 verhält ſich zu 900 (= CG)
wie 1 zu 42590 = m,
Ferner nehme man Log. 94¼ = 1. 9765792
Log. 94 = 1. 9731279
Diff. Log. CD — Log. EF = 0. 0034513

Wenn nun 42590 + 0. 0034513 (= m + Log. CD — Log. EF) = 147 Sekunden iſt, ſo macht dies 2 Minuten 27 Sekunden aus; eine Quantität, die nur um 2 Minuten 30 Sekunden von der beobachteten Zeit abweicht.

Wenn man hiernächſt von der um 11 Uhr 30′ = 86¼° beobachteten Temperatur, dann von der um 11 Uhr 45′ = 82¼° beobachteten Temperatur, und der zwiſchen dieſen beiden Beobachtungen verſtrichenen Zeit = 15 Minuten, nach obiger Berechnung den Augenblick abziehen will, wo die Temperatur des Inſtruments auf 84° ſtand (und dieſes iſt der niedrigſte Standpunkt des erwähnten Intervalls von 10°, welcher der Lufttemperatur von 44° entſpricht, worin der Apparat erkaltete) ſo kommen 8 Minuten 55 Sekunden nach 11 Uhr 30′ heraus. Die Beobachtung hingegen zeigt 11 Uhr 39′, ſo daß dieſes Reſultat von jenem, das durch die Berechnung herauskam, nur um 5 Sekunden abweicht.

Wenn die Behauptung eines der größten Gelehrten, die je gelebt haben, gegründet iſt, daß ſich nämlich die Geſchwindigkeit, nach welcher ein in ein kaltes flüſſiges Mittel getauchter warmer Körper ſeine Wärme verliert, genau ſo verhält, wie die Differenz zwiſchen der Temperatur dieſes Körpers, und der Temperatur des denſelben umgebenden Mediums, ſo kann die Curve PQ ſchlechterdings keine andere ſeyn, als die logarithmiſche. Vielleicht iſt ſie es wirklich, und wenn dies wirklich der Fall ſeyn ſollte, ſo würde man die beobachteten Differen-

gen nichts anderem zuſchreiben können, als dem Umſtande, daß unſere Thermometer auf eine ſehr unvollkommene Art abgetheilt ſind. Dem zu Folge würde es eben nichts Unmögliches ſeyn, die Thermometer-Skale auf eine ſolche Art einzutheilen, daß ſie das gleichförmige Wachsthum der Wärme richtig anzeigte. Doch, hier iſt der Ort nicht, dieſe Idee umſtändlicher aus einander zu ſetzen; ich werde aber in der Folge Gelegenheit finden, wieder auf dieſelbe zu kommen.

Eine große Anzahl Experimente, die ich bloß in der Abſicht anſtellte, den Gang meiner Inſtrumente kennen zu lernen, und mich von ihrer Richtigkeit zu überzeugen, will ich hier gar nicht erwähnen, ſondern ſogleich mehrere auf einander folgende Verſuche beſchreiben, die mir zu äußerſt intereſſanten Reſultaten verhalfen.

Erſtes Experiment.

Das große cylindriſche Gefäß Nro. 1, welches an den zwei äußerſten Enden mit warmhaltender Umhüllung verſehen, deſſen vertikale ſehr fein polirte Wand aber nicht ausgefüttert war, wurde beinahe mit ſiedendem heißem Waſſer gefüllt, dann auf ſein Fußgeſtelle geſetzt, und in einem großen ruhigen

Zimmer, deſſen Temperatur nach dem Fahrenheitſchen Thermometer 45° Grad betrug, auf einen Tiſch geſtellt.

Ein anderes mit Nro. 2 bezeichnetes und dem erſteren vollkommen ähnliches Gefäß, das an beiden Enden ebenfalls bekleidet, deſſen cylinderförmige Fläche aber zugleich mit einer Umhüllung von feiner Irländiſcher Leinwand (die Engliſche Elle, Yard, zu vier Thaler) verſehen war, welche dicht an das Metall anſchloß, wurde zur nämlichen Zeit mit eben ſo heißem Waſſer gefüllt und auf denſelben Tiſch geſtellt, wo man es kalt werden ließ.

Während dieſes Experiments, welches einige Stunden Zeit erforderte, beobachtete man zum öftern die Temperatur dieſer beiden Gefäße, und trug ſie in ein Regiſter ein. Weiter oben (S. 111) habe ich dem Leſer bereits ein Tableau, woraus ſich das Kaltwerden dieſer beiden Gefäße, nach angeſtellter Vergleichung erſehen läßt, als erläuterndes Beiſpiel vor Augen geſtellt, und er wird daraus erſehen haben, daß es ſehr intereſſante Reſultate enthält.

Zu eben der Zeit, in welcher das Inſtrument Nro. 1, deſſen Wände nicht bekleidet wa-

ren, 55 Minuten bedurfte, um von 94° auf 84° zu fallen, verlor das mit Leinwand bekleidete Instrument Nro. 2 dieselbe Quantität seiner Wärme in 36½ Minuten.

Hieraus erhellet, daß es gewisse Fälle giebt, in welchen eine Umhüllung, anstatt dem Ausströmen der Wärme aus einem warmen Körper hinderlich zu seyn, dasselbe vielmehr befördert.

Ich wünschte daher einen Versuch zu machen, ob vielleicht eine und dieselbe Umhüllung die Annäherung der äußeren Wärme, welche in den Apparat hinein zu bringen sucht, erleichtert wird, oder nicht. Ich ließ daher beide Instrumente bis zu der Temperatur von etwa 42° erkalten, setzte dann beide zugleich in ein geheiztes Zimmer von 62° Wärme, und fand hier, daß der mit Leinwand umhüllte Apparat weit schneller warm wurde, als der unbekleidete *)

Diese ganz unerwartete Entdeckung überraschte mich äußerst, und machte meine Wißbegier dergestalt

*) Eine ausführliche Beschreibung dieses Experiments, welches ich den 11. März 1803 anstellte, steht S. 110.

rege, daß ich mir ernstlich vornahm, nicht eher zu ruhen, bis ich die Ursache hiervon ergründet haben würde.

Die Luft hat bekanntlich die Eigenschaft, daß sie an der Oberfläche gewisser dichter Körper fest hängen bleibt. Ich glaubte daher, es sey vielleicht möglich, daß die Luftpartikeln, welche die Oberfläche des cylindrischen Gefäßes Nro. 1 unmittelbarer berührten, mit einer gewissen Festigkeit daran hängen blieben. Da es nun, wenn sich dies wirklich so verhielt, nicht anders seyn konnte, als daß die an der Oberfläche hängende Luft eine sehr warme Umhüllung bildete, so schien es mir allerdings möglich, daß das Kaltwerden des Gefäßes Nro. 1 durch die an demselben zurückgebliebene unsichtbare Luftschicht verursacht wurde, die vielleicht, während des mit dem Gefäße Nro. 2 vorgenommenen Experiments, vermittelst der kältern aus Leinwand bestehenden Umhüllung, von welcher der Haupttheil des Instruments dicht umgeben war, von ihrer Stelle verrückt, oder gleichsam vermischt seyn konnte.

Ich sah ein, daß die Leinwand nur auf zweierlei Art dazu beitragen konnte, das Kaltwerden zu beschleunigen; entweder dadurch, daß sie das Annä-

hern einer Menge auf einander folgender kalten Luftpartikeln erleichterte, oder indem ſie die Wirkungen der Strahlung verſtärkte. Um mir nun in Betreff dieſes wichtigen Punktes Licht zu verſchaffen, ſtellte ich folgende Experimente an.

Zweites Experiment.

Ich entkleidete den Apparat Nro. 2 von ſeiner Umhüllung und überzog ihn ſtatt derſelben mit einem dünnen und transparenten Anſtrich von ſtarkem Leim. Als nun derſelbe trocken und hart geworden war, füllte ich beide Apparate mit heißem Waſſer, und beobachtete nun wieder wie zuvor die verhältnißmäßige Abnahme der Wärme.

Reſultat: Die zum Kaltwerden erforderliche Zeit, erſtreckte ſich von 10 Grad zu 10 Grad, nämlich vom fünfzigſten bis zum vierzigſten, unter der äußeren Temperatur.

Apparat Nro. 1, *unbekleidet* = 55 Min.
» Nro. 2 mit Leim angeſtrichen 43½ »

Wenn wir dieſes Experiment einigermaaßen erklären wollen, ſo müſſen wir annehmen, daß der Leimanſtrich, welcher nunmehro die eigentliche Ober-

und da ich ſah, daß das Kaltwerden immer ſchneller von ſtatten gieng, je mehr ich die Dicke des Anſtrichs verſtärkte, ſo trug ich noch vier Schichten auf, die nun zuſammen acht Schichten ausmachten. Uebrigens nahm ich immer ſorgfältig darauf Rückſicht, daß die letzte Schicht ganz trocken war, ehe und bevor ich eine neue auftrug. Bei dieſen acht Schichten mußte ich es aber bewenden laſſen, wenn die Dicke des Ueberzugs die größtmöglichſte Wirkung hervorbringen ſollte, wie ich weiter unten mit Mehrerem darthun werde.

Damit man die Reſultate der Verſuche, welche ich mit mehreren Firnißſchichten von verſchiedener Dicke machte, deſto leichter überſehen kann, ſo will ich dieſelben in einer Ueberſicht hier zuſammen ſtellen, und einer jeden gegenüber den Maaßſtab ſetzen, wornach ſie ſich mit einander vergleichen laſſen, nämlich das Reſultat des Experiments, welches ich mit dem Apparat Nro. 1, der keine Bekleidung hatte, veranſtaltete.

Nummer der Experimente.	Das Inſtrument erkaltete von 10 zu 10 Grad.	Inſtrument Nro. 2 überfirnißt Min.	Nro. 1 entblößt. Min.
Nro. 4	überzogen mit einer Schicht Firniß, in	= 42	in 55½
Nro. 5	überzogen mit zwei Schichten Firniß, in	= 35½	in 55½
Nro. 6	überzogen mit drei Schichten Firniß, in	= 30½	in 55½
Nro. 7	überzogen mit vier Schichten Firniß, in	= 34½	in 55

Achtes Experiment.

Ich wünſchte zu erforſchen, ob und welchen Einfluß die Farbe auf dieſe Reſultate habe. Ich ſchwärzte daher die Wände des Inſtruments Nro. 2 mit Ruß, der in Leim aufgelöſt war, und überzog mit dieſem Anſtrich die achte aus Firniß beſtehende Schicht. Hieraus ergaben ſich folgende Reſultate:

	Zeit des Kaltwerdens
Inſtrument Nro. 1. Ohne Bekleidung	54½ Min.
Inſtrument Nro. 2. Mit 8 aus Firniß und einer aus Ruß beſtehenden Schicht überzogen	= 34 Min.

Neuntes Experiment.

Da ich ſah, daß die Rußſchicht, womit ich die dicke Firnißſchicht überzogen hatte, das Kaltwerden des Apparats beſchleunigte, wuſch ich die erſtere mit warmem Waſſer und letztere mit warm gemachtem Alkohol ab, und beſtrich die Wände des Inſtruments bloß mit einem Ueberzuge von ſchwarzer mit Leim vermiſchter Farbe. Als alles trocken war, wiederholte ich mein Experiment, und es kam folgendes Reſultat heraus:

	Zeit des Kaltwerdens von 10 zu 10 Grad.
Inſtrument Nro. 1. Ohne Bekleidung	55½ Min.
Inſtrument Nro. 2. Geſchwärzt mit Leim " " "	35 Min.

Zehntes Experiment.

Um zu entdecken, ob vielleicht bloß der ſchwarze Anſtrich zu der beobachteten Wirkung beitrage, oder ob jeder andere Färbeſtoff überhaupt dies bewirke, nahm ich jene Schicht wieder weg, und beſtrich den Apparat mit weißer Farbe, die ich mit Leim vermiſcht hatte. Hier ſind die Reſultate dieſes Verſuchs:

		Zeit des Kal:werdens von 10 zu 10 Grad.
Inſtrument Nro. 1.	Ohne Bekleidung	35¼ Min.
Inſtrument Nro. 2.	Weiß mit Leim	36 »

Da ich bei den zwei letzteren Experimenten für nöthig erachtete, das Inſtrument drei bis viermal zu bemahlen, um die metallene Oberfläche dergeſtalt zu verdecken, daß der Metallglanz nicht hervorſchimmerte, ſo verſteht ſich von ſelbſt, daß die Leimſchicht ziemlich dick ſeyn mußte; ein Umſtand, der nach aller Wahrſcheinlichkeit auf die Reſultate des Experiments einen ſehr merklichen Einfluß hatte, und es mir unmöglich machte, die Wirkung der Farbe genau zu beſtimmen.

Eilftes Experiment.

In der Abſicht, über dieſen ſonderbaren Gegenſtand etwas mehr Licht zu verbreiten, nahm ich den Anſtrich des Inſtruments Nro. 2. ganz weg, und machte deſſen Fläche (oder vielmehr die Fläche ſeiner vertikalen Wand) völlig ſchwarz, indem ich mit einem brennenden Wachsſtocke darauf herumfuhr. Ich wiederholte ſodann den vergleichenden Verſuch, und er verhalf mir zu folgenden Reſultaten:

	Zeit des Kaltwerdens von 10 zu 10 Grad.
Inſtrument Nro. 1. Ohne Bekleidung	55½ Min.
Inſtrument Nro. 2. Schwarz gemacht über einem brennenden Wachsſtocke	36½ Min.

Um das Quantum des Stoffs, welcher die ſchwarze Schicht ausmachte, womit das Inſtrument bedeckt war, gehörig ſchätzen zu können, wog ich ein kleines Stück ſehr feiner und rein gehaltener Leinwand mit möglichſter Genauigkeit, und bediente mich deſſen um den Dampf, womit das Metall überzogen war, dergeſtalt abzuwiſchen, daß derſelbe ganz an der Leinwand hängen blieb. Als ich nun letztere nochmals wog, fand ſich, daß dieſer ſchwarze Stoff, womit eine ganz glatte metallene Fläche von fünfzig Zoll dergeſtalt bedeckt war, daß nicht der mindeſte Glanz hindurch ſchimmern konnte, in Allem nur $\frac{1}{17}$ Gran (Troygewicht) wog.

Wenn man nun annimmt, daß die Dichtheit des ſchwarzen Rauchs ſo ziemlich der Schwere des Waſſers gleichkömmt, ſo folgt, daß die Dicke der mehrer-

wähnten Schicht nicht über $\frac{1}{1111}$ eines Zolls betrug. Mithin wäre nur noch zu unterſuchen, wie es zugieng, daß ein ſo dünner Ueberzug auf eine ſo wirkſame Art, wie wir aus Obigem erſehen haben, zu dem Kaltwerden des Apparats beitragen konnte.

Bevor ich jedoch dieſe Unterſuchung noch weiter beſchreibe, muß ich zuförderſt einige Bemerkungen über die Reſultate der vorhergehenden Experimente hier einſchalten.

Man kann zwar mit Sicherheit vorausſetzen, daß die Geſchwindigkeit, mit welcher die Wärme die Seitenwände der Inſtrumente durchdrang *), mit der Zeit, binnen welcher das Kalt-

*) Wider meinen Willen habe ich mich, ſowohl hier als anderwärts, gewiſſer Ausdrücke bedienen müſſen, die bei weitem nicht ſo korrect ſind, als ich es gewünſcht hätte. So glaube ich z. B. nichts weniger, als daß die Wärme je auf die Art entwiſchen könne, wie man vielleicht aus meinen Ausdrücken ſchließen möchte. Indeß durfte ich es eben ſo wenig wagen, mich anderer Redensarten zu bedienen, um vermittelſt derſelben die Naturerſcheinungen, wovon hier die Rede iſt, genau zu bezeichnen, wenn ſie auch übrigens noch ſo gut zu den Thatſachen, die ich vor Augen hatte,

werden während des beobachteten Zwiſchenraums von 10 zu 10 Graden erfolgte, ſo ziemlich in umgekehrtem Verhältniſſe ſtand; eben ſo gewiß war es aber auch, daß während der Experimente aus dem oberen und unteren Theile des cylindriſchen Gefäßes ein wenig Wärme entwiſchte, wenn ſie auch übrigens noch ſo ſorgfältig verwahrt waren. Wenn daher die Vergleichung richtig ſeyn ſoll, ſo muß man vor allen Dingen, die verhältnißmäßige Quantität Wärme, welche auf die eben erwähnte Art während der Experimente verloren gieng, zu beſtimmen ſuchen.

Um dieſen Punkt auszumitteln, machte ich mit dem einzigen Apparat Nro. 1. zwei vergleichende Experimente; das eine ohne Garnirung an den

gepaßt hätten. Wenn man wirklich entdeckt hätte, daß der Wärmeſtoff, gerade ſo wie das Phlogiſton, weiter nichts als ein Hirngeſpinſt iſt, das (wie es mir immer ſehr wahrſcheinlich vorkam) ſchlechterdings nicht exiſtirt, ſo würde man ſich ſehr unrichtig ausdrücken wenn man ſagte, die Wärme entwiſche aus dem einen Körper und bringe in den andern hinein. Doch wie oft ereignet ſich nicht der Fall, daß man, wenn von Naturerſcheinungen die Rede iſt, ſchlechterdings nicht umhin kann, figürliche Ausdrücke zu gebrauchen?

äußerſten Enden, das andere mit der Garnirung. Während des erſteren erfolgte das Kaltwerden von 10 zu 10 Grad binnen 45¼ Minute; während des zweiten, welches zwiſchen mehreren anderen Experimenten das Mittel hielt, waren hiezu 55¼ Minute nöthig.

Das Inſtrument war nach folgenden mit möglichſter Genauigkeit angegebenen Dimenſionen verfertigt:

Durchmeſſer des cylindriſchen Körpers	4. 03 Zoll.
Länge, oder vielmehr Höhe, des Cylinders	3. 96 „
Durchmeſſer des Halſes „ „ „	0. 8 „
Länge des Halſes „ „ „	4. 0 „

Dieſe Dimenſionen bildeten die Oberfläche der verſchiedenen Theile auf folgende Art: vertikale cylindriſche Oberfläche (= 4. 03 + 3. 14159 + 3. 96) = 50. 136 Zoll.

Oberfläche des zirkelförmigen Bodens des Inſtruments (= 4. 03 + 3. 14159 + $\frac{4}{4}\frac{1}{4}$ = 12. 755 Zoll, den Theil der Oberfläche nicht abgerechnet, welchen die Tiſſe einnahm, in welche der Fuß geſteckt wurde.

Oberfläche der zirkelförmigen Scheibe, welche den oberen Theil des Cylinders bildet, (nach Abzug von 0. 502 Zoll, für das in der Oberfläche befindliche runde Loch, durch welches man den unteren Theil des Halſes ſchiebt) = 12. 253 Zoll.

Oberfläche des cylinderförmigen Halſes (= 0. 8 + 3. 14159 + 4) = 10. 051.

Wenn man nun annimmt, daß die Wärme alle nicht umhüllte Theile der Oberfläche des Apparats mit gleicher Geſchwindigkeit durchdringt, ſo läßt ſich hiernach die verhältnißmäßige Quantität Wärme beſtimmen, welche ſowohl durch den oberen und unteren Theil des Cylinders während der Experimente entwich, wo die Oberfläche mit einer warmhaltenden Umhüllung umgeben waren.

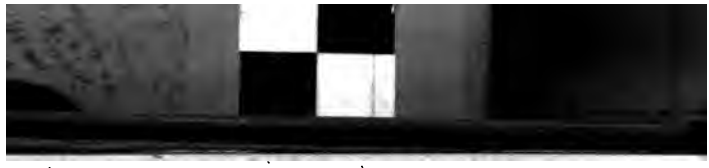
Wenn man das Inſtrument ohne Bekleidung kalt werden ließ, ſo verlor daſſelbe in Zeit von 45½ Minute 10 Grad ſeiner Temperatur.

Will man die verhältnißmäßige Quantität Wärme beſtimmen, welche durch die verſchiedenen Theile der Oberfläche des Apparats entwich, ſo muß man zuförderſt die Totalſumme, welche während

des Experiments verloren gieng, durch eine gewiſſe Zahl, zum Beiſpiel 10,000 ausdrücken. Hierauf nimmt man an, daß dieſe Quantitäten, alles Uebrige abgerechnet, den Oberflächen entſprechen, und theilt ſodann dieſe Zahl in gehörigem Verhältniß unter die Oberflächen der verſchiedenen Theile des Apparats ein.

Wenn man nun z. E. das Verhältniß ausmitteln will, welches der cylindriſchen Wand zukömmt, ſo ſagt man: 85. 196 Quadratzoll (Totalfläche) verhalten ſich zu 10. 000 (Totalſumme der verflogenen Wärme) wie ſich 50. 136 Quadratzoll (Fläche der cylindriſchen Wand) zu 5885 verhalten, und gerade ſo viel beträgt die Wärme, welche in 45½ Minuten, als der Zeitdauer des Experiments, durch die Oberfläche verflog.

Da man nun annehmen darf, daß, unter einerlei Vorausſetzung, ſich die Quantität der Wärme, welche eine gewiſſe Fläche durchdringt, ſich genau ſo verhält, wie der hiezu erforderliche Zeitraum, ſo läßt ſich die verhältnißmäßige Quantität Wärme, die während der Experimente, wo der übrige Theil des Inſtruments mit einer Umhüllung umgeben war, durch die cylindriſche Wand drang, ſehr leicht beſtim-



men; mithin auch jene verhältnißmäßige Quantität, welche ſich durch dieſe umhüllten Theile einen Weg bahnte.

Das Inſtrument, welches man ſowohl oben als unten ſorgfältig mit Eiderdun, Pelz und dergl. umhüllt hatte, verlor die 10 Grade ſeiner Wärme in 55½ Minuten; da nun in 45½ Minuten nur 5885 Theile der Totalwärme durch die cylindriſche Wand gedrungen waren, ſo folgt hieraus, daß in Zeit von 55½ Minuten, nur 7015 Theile durch die gedachte Oberfläche verfliegen konnten, mithin muß der Ueberſchuß der Wärme, die durch den Apparat während des mehrerwähnten Experiments verloren gieng, nämlich 2985 Theile, theils durch den oberen, theils durch den unteren Theil und den Hals deſſelben, (obgleich derſelbe mit einer Umhüllung verſehen war,) in Zeit von 55½ Minuten hindurch gedrungen ſeyn.

In der Vorausſetzung, daß alles dies richtig berechnet ſey, wollen wir nunmehro noch genauer auszumitteln ſuchen, wie es ſich verhältnißmäßig mit jenen Partikeln der Wärme verhielt, welche während der Zeit durch die cylindriſche Wand des Inſtruments Nro. 2. drangen, als dieſe Wand von Zeit zu Zeit bloß geſtellt wurde, und zwar ſo, daß ſie bald unbe-

kleidet, bald mit verſchiedenen Umhüllungen verſehen war, die das Durchdringen der Wärme zu erleichtern ſchienen.

Während des Experiments Nro. 11, in welchem die cylindriſche Wand an der Flamme eines Wachsſtocks geſchwärzt wurde, verlor das Inſtrument ſeine 10 Grad in 36½ Minute. In dieſem Zeitraume muß eine Quantität Wärme, welche durch die Zahl 1943 ausgedrückt iſt, durch die umhüllten äußerſten Enden, und durch den Hals deſſelben, entwiſcht ſeyn; denn da 2985 Theile auf dieſem Wege in Zeit von 50½ Minuten entwichen, ſo kann es nicht anders ſeyn, als daß in 36½ Minuten 1943 Theile auf dieſelbe Art in die Luft giengen.

Wenn man nun dieſe Quantität von 10,000, als der Totalſumme der während des Experiments verloren gegangenen Wärme, abzieht, ſo bleiben noch 8057 Theile, für dasjenige Quantum, welches während des gedachten Experiments durch die cylindriſche Wand des Inſtruments in die Luft gieng.

Da nun eine Quantität Wärme = 7015 Theilen, 55½ Minuten Zeit braucht, um durch die unbekleidete Wand des Inſtruments zu dringen, wie wir

bereits dargethan haben, ſo würde das beſagte Quantum = 8057 natürlicher Weiſe 63¼ Minuten Zeit nöthig haben, bevor es dieſelbe Fläche durchdringen könnte.

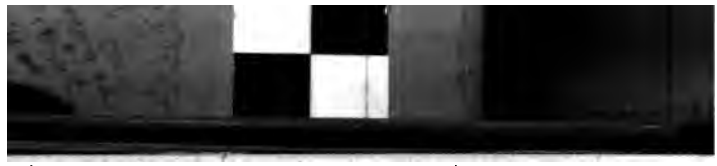
Als man aber dieſe Fläche über einem brennenden Wachsſtocke ſchwarz anlaufen ließ, drang das nämliche Quantum der Wärme in 36¼ Minute hindurch. Hieraus erhellet, daß ſich die Geſchwindigkeit, in welcher die Wärme durch eine polirte warmgemachte Metallfläche, die man in freier Luft wieder kalt werden läßt, davon eilt, zu der Geſchwindigkeit, mit welcher ſich dieſelbe zertheilt, wenn dieſe Oberfläche ſchwarz angelaufen iſt, nach obiger Berechnung wie 36¼ zu 36¾, oder beinahe wie 5654 zu 10,000, verhält; denn die Geſchwindigkeiten ſtehen mit der Zeit des Kaltwerdens in umgekehrtem Verhältniſſe.

So bemerkte man ferner, daß die Seitenwand des Inſtruments Nro. 2, welche mit vier Schichten Firniß überzogen war, während des Experiments Nro. 6. zehn Grade ihrer Temperatur in Zeit von 30¼ Minute verlor. In dieſem Zwiſchenraume muß eine Quantität Wärme, die der Zahl 1627 entſpricht, durch die äußeren unbedeckten Enden des

Inſtruments, das Uebrige aber, oder 8373 Theile, müſſen durch die überfirnißte Wand entwichen ſey.

Dieſe Quantität = 8373 würde 66¼ Minute nöthig gehabt haben, um durch die nicht überfirnißte Wand des Inſtruments zu verfliegen, und da ſie wirklich in 31¼ Minute hindurchdrang, ſo ergiebt ſich hieraus, daß ſich die verſchiedenen Grade der Geſchwindigkeit in beiden Fällen wie 30¼ zu 66¼, oder wie 4566 zu 10,000 gegen einander verhalten.

Anſtatt dieſe Berechnungen noch weiter auszudehnen, oder mir über die ungewöhnlichen Thatſachen, welche ſie uns vor Augen ſtellen, einige Bemerkungen zu erlauben, wende ich mich vielmehr ſo geſchwind als möglich zu anderen Experimenten, die uns befriedigendere Aufſchlüſſe gewähren werden. Vorher muß ich aber den Leſer mit einem Inſtrumente bekannt machen, welches ich in der Abſicht erfand, jene überaus kleinen Variationen in der Temperatur der Körper meſſen oder vielmehr entdecken zu können, die durch die Strahlungen der dieſelben umgebenden Körper verurſacht werden, die ſich in einer Temperatur befinden, welche etwas höher oder tiefer ſteht, als die ihrige.



Dieſes Inſtrument, dem ich die Benennung Thermoſcop beilegen werde, iſt auf eine ſehr einfache Art eingerichtet. *) Es beſteht nämlich aus einer langen gläſernen Röhre, deren äußerſte Enden umgebogen, und an jedem ihrer oberen Theile mit einer ſehr dünnen gläſernen Kugel verſehen ſind, die anderthalb Zoll im Durchmeſſer hat. Das Mittelſtück dieſer Röhre, welches geradeaus geht, liegt horizontal, da hingegen ſeine beiden Enden, an welchen ſich die gläſernen Kugeln befinden, dergeſtalt aufwärts gekehrt ſind, daß ſie gegen den horizontalen Theil der Röhre zwei rechtwinklichte Krümmen bilden.

Der horizontale Theil der Röhre iſt von der einen Krümme bis zur anderen 15 bis 16 Zoll lang, und die Länge eines jeden ſeiner äußerſten ſenkrecht ſtehenden Enden, beträgt 6 bis 7 Zoll. Der innere Durchmeſſer der Röhre muß ungefähr eine halbe Linie ſtark ſeyn.

*) Die hier eingeſchaltete Beſchreibung des Thermoſcops, iſt theils aus dem Memoire entlehnt, welches der Erfinder deſſelben der Königlichen Societät zu London vorlegte, theils aus einigen andern Memoiren über die Wärme, die er erſt unlängſt dem Franzöſiſchen Nationalinſtitut mitgetheilt hat.

Vermittelſt eines kleinen ungefähr eines Zoll lang n und etwa eine Linie dicken Behälters von Glas, der an die eine Krümmung der Röhre angeſchmolzen iſt, und nach unten zu, ein wenig ſeitwärts, in ſchräger Richtung hervorragt, wird gerade ſo viel rothgefärbter Weingeiſt in das Innere des Inſtruments geleitet, als dazu erforderlich iſt, den Behälter dergeſtalt anzufüllen, daß die Luft von einer Kugel zur anderen freien Durchzug hat, worauf ſodann der Behälter hermetiſch verſchloſſen, und alle Kommunikation zwiſchen der im Inſtrumente enthaltenen Luft, und der äußeren atmoſphäriſchen Luft, auf immer unterbrochen wird.

Der Behälter wird auf folgende Art gefüllt: Wenn man zuförderſt das äußerſte Ende des Behälters dergeſtalt eingerichtet hat, daß es ein Hahrröhrchen bildet, ſo ſtellt man das Inſtrument auf ein feſtſtehendes hölzernes Fußgeſtelle, und zwar auf die Art und Weiſe, wie man es in nachſtehender Figur abgebildet ſieht.

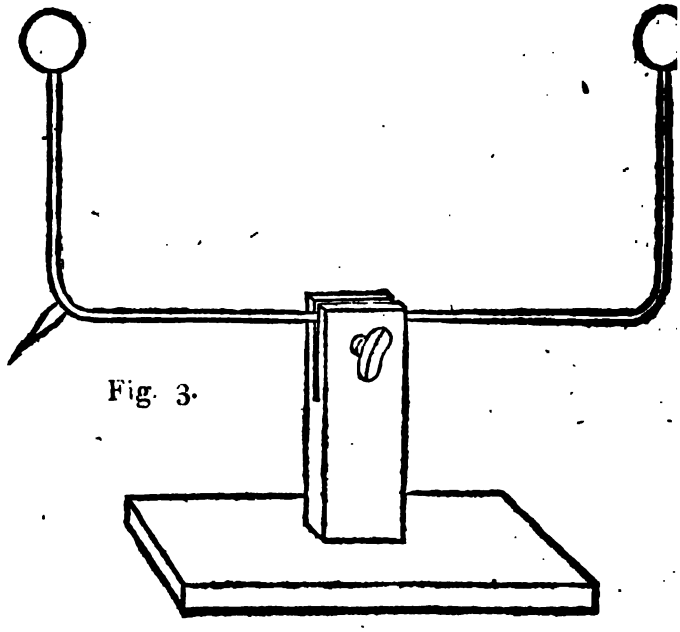


Fig. 3.

Wenn dies geſchehen iſt, läßt man es in einem ruhigen Zimmer, deſſen Temperatur gemäßigt iſt und ſich immer gleich bleibt, einige Stunden lang ſtehen. Dann nimmt man das Inſtrument und taucht das äußerſte einem Haarröhrchen ähnliche Ende, des Behälters, mit möglichſter Vorſicht, in ein ganz kleines mit rothgefärbtem Weingeiſt gefülltes Fläſchchen, läßt zugleich dieſes Fläſchchen an der krummgebogenen Röhre hangen, und bringt ſodann das Inſtrument

ment in ein anderes Zimmer, wo man es ruhig ſtehen läßt.

So bald nun die in den beiden Kugeln eingeſchloſſene Luft kalt wird, und einen Theil ihrer Elaſticität verliert, wirkt die atmoſphäriſche Luft dergeſtalt auf den im Fläſchchen enthaltenen Weingeiſt, daß er in den Behälter ſteigt. Dieſe Operation geht, wie leicht zu erachten, ſehr langſam von ſtatten, da die Oeffnung des Behälters ſehr eng iſt; auch darf man ſich während dieſer Zeit dem Inſtrumente nicht nähern, weil ſonſt die Ausdünſtungen des Körpers die in den Kugeln enthaltene Luft erwärmen, mithin das Steigen des Weingeiſtes, wo nicht verhindern, doch wenigſtens verzögern würden; ſondern man muß ſich von dem Inſtrumente ſo viel möglich entfernen, und es ſo lange in Ruhe laſſen, bis der Weingeiſt in die Röhre getreten, und dieſelbe damit angefüllt iſt.

Indeß kann man aber doch nicht umhin, ſich dem Inſtrumente von Zeit zu Zeit zu nähern, und nachzuſehen, wie die Operation von ſtatten geht, um das einem Haarröhrchen ähnliche Ende des Inſtruments, vermittelſt eines brennenden Wachsſtocks und einer Löthröhre ſogleich zuſchmelzen zu können,

wenn eine hinlängliche Quantität Weingeiſt in die Röhre getreten iſt.

Wenn man ſich dem Inſtrumente mit dem brennenden Wachsſtocke nähert um das Inſtrument zuzuſchmelzen, muß man mit möglichſter Sorgfalt zu Werke gehen, damit die Wärme nicht auf die andere, der erſteren gegenüber befindliche Kugel wirkt, und die darin befindliche Luft ausdehnt; denn widrigenfalls würde die ganze Verfahrungsart zu nichts taugen, und man dieſelbe von neuem anfangen müſſen.

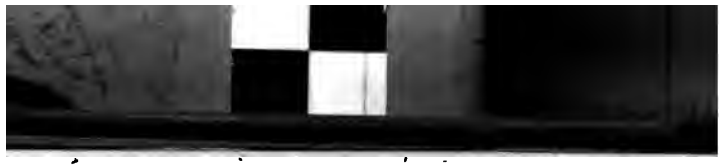
So bald der Behälter voll iſt, und man deſſen äußerſtes Ende hermetiſch verſchloſſen hat, iſt das Inſtrument fertig und zu den auf folgende Art zu veranſtaltenden Experimenten geſchickt.

Man läßt die Kugel, welche am weiteſten vom Behälter entfernt iſt, ein wenig warm werden, und zwar dadurch, daß man ein Paar Minuten lang in einer Entfernung von zwei bis drei Zoll, die flache Hand davor hält. Hierauf dreht man das Inſtrument plötzlich um, damit der Behälter zu oberſt kömmt, und eine kleine Quantität Weingeiſt in die horizontal liegende Röhre ſteigt. Dann bringt man das Inſtrument wieder in die vorige Richtung, ent-

fernt ſich davon, und wartet ſo lange, bis die kleine Quantität Weingeiſt, welche in die horizontal liegende Röhre geſtiegen iſt, darin ſtehen bleibt. Dies geſchieht in eben dem Nu, in welchem die in den beiden Kugeln enthaltene Luft dieſelbe Temperatur erreicht.

Der Weingeiſt in der kleineren Kugel, die an dem Inſtrumente die Stelle des Zeigers vertritt, und deren Länge etwa drei Quadratzoll beträgt, muß denſelben Standpunkt erreichen, wie der im Mittelſtücke der horizontal liegenden Röhre. Wenn er höher oder niedriger als die eine oder die andere ihrer Krümmungen ſtünde, ſo würde man den Weingeiſt wieder in den Behälter zurücktreten laſſen, und die ganze Procedur von vorn anfangen müſſen.

Wenn man mit dieſer mißlichen Operation fertig iſt, wird hinter dem horizontalen Theile der Röhre ein in gleiche Theile abgetheilter Maaßſtab angebracht, vermittelſt deſſen man ſowohl das Stillſtehen als auch das Fortrutſchen des mit Weingeiſt gefüllten Fläſchchens ſehr genau wahrnimmt, und nun erſt iſt das Inſtrument vollſtändig, und ſo beſchaffen, daß man von demſelben Gebrauch machen kann. Man bedient ſich deſſen auf folgende Art:



Das Inſtrument wird auf einen Tiſch geſtellt, und zwar in der Mitte eines großen Zimmers, wo kein Luftzug iſt, und die Temperatur ſich immer gleich bleibt. Dann ſetzt man zwiſchen die beiden Kugeln einen dünnen Schirm von Goldpapier, läßt das Inſtrument ganz ruhig ſtehen, und hält ſich ſo lange von demſelben entfernt, bis die in den Kugeln enthaltene Luft dieſelbe Temperatur angenommen hat, die in dem Zimmer herrſcht. Dieſe Gleichheit der Temperatur kündigt ſich durch den Ruheſtand des mit Weingeiſt gefüllten Fläſchchens an, das an dem Inſtrumente die Stelle des Zeigers vertritt. Wenn dieſes Fläſchchen ſich ruhig verhält, ſo notirt man die Stelle der Röhre, wo es ſtehen blieb, welches ſich vermittelſt des Maaßſtabs, deſſen man ſich ſtatt der Skale bedient, leicht wahrnehmen läßt. Hierauf bringt man einen warmen (oder auch einen kalten) Körper ganz nahe an eine der Kugeln des Inſtruments, wobei man aber zugleich Bedacht darauf zu nehmen hat, daß die andere Kugel vermittelſt des gedachten Schirms gänzlich verdeckt und gegen die warmmachenden oder kaltmachenden Einflüſſe dieſes nämlichen Körpers geſchützt iſt.

Wenn nun der Körper, welchen man auf die eben erwähnte Art an das Inſtrument hält, eine

höhere Temperatur hat, als die Kugel, ſo wird dieſe Kugel, nebſt der darin enthaltenen Luft, durch die warmmachenden Strahlungen dieſes Körpers erwärmt, zugleich auch die Elaſtizität dieſer Luft durch die zunehmende Wärme verſtärkt werden, ſo, daß das mit Weingeiſt gefüllte Fläſchchen ſeinen Platz verändern, und weiter fortrücken muß, um ſich der anderen Kugel zu nähern.

Wenn hingegen der Körper, welchen man an die eine Kugel des Inſtruments hält, kälter als dieſe Kugel iſt, ſo werden die kaltmachenden Einflüſſe dieſes Körpers, der in dem Fläſchchen enthaltenen Luft einen ſtärkeren Grad von Kälte mittheilen, und da ſich hierdurch die Elaſtizität dieſer Luft vermindert, ſo wird ſich das Fläſchchen mit Weingeiſt der gedachten Kugel mehr nähern.

Die Geſchwindigkeit, mit welcher das Fläſchchen ſich fortbewegt, verhält ſich genau ſo, wie die Intenſität der Wirkung des Körpers, welchen man an das Inſtrument hält.

Wenn man nun die Intenſitäten der Wirkungen zwei verſchiedener (gleich viel übrigens ob warmmachender oder kaltmachender) Körper, mit einander

vergleichen will, ſo nähert man beide zugleich
zwei Kugeln des Inſtruments, und richtet die E
fernungen derſelben von den beiden Kugeln dergeſt
ein, daß das Fläſchchen mit Weingeiſt unbewegl
auf einer und derſelben Stelle bleibt. So bald d
geſchehen iſt, bleibt nicht der mindeſte Zweifel m
übrig, daß jene beiden Körper auf die Kugeln, w
chen man ſich damit genähert hat, von beiden Sei
gleich ſtark gewirkt haben, ſo daß nunmehro
Intenſität der Strahlung eines jeden Körpers n
der Quantität ſeiner gegen die Kugel gekehrten Ob
fläche und vermöge der Quadratzahl ſeiner Entf
nung von dieſer Kugel, berechnen läßt.

Wenn es darauf ankömmt, die Intenſität
warmmachenden Wirkung eines warmen Körpe
mit der Intenſität der kaltmachenden Wirkung ein
kalten Körpers zu vergleichen, ſo muß man zuf
derſt die eine Kugel des Inſtruments gänzlich, d.
von allen Seiten verdecken, worauf man ſodann
gedachten zwei Körper in einem und demſelben A
der anderen Kugel, und zwar auf den entgegeng
ſetzten Seiten derſelben, nahe bringt, und den A
ſtand derſelben dergeſtalt einrichtet, daß ihre glei
zeitigen Wirkungen auf dieſe Kugel einander völ
gleich ſind, oder, welches eben ſo viel ſagen w

der eine Körper ſie eben ſo ſehr erwärmt, als der dere ſie kalt macht.

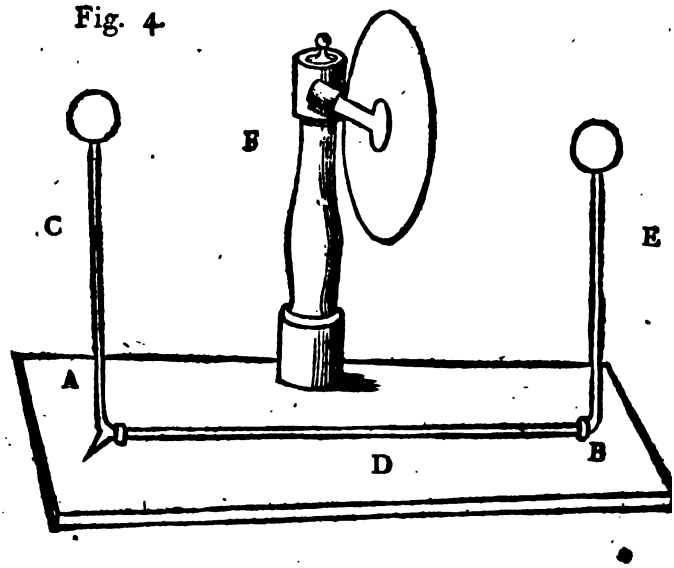
Di[illegible] Gleichheit der Wirkung äußert ſich durch s Stillſtehen des mit Weingeiſt gefüllten Fläſch-ns, und ſo bald man dieſes Stillſtehen wahr-mmt, berechnet man die verhältnißmäßigen Inten-äten der Strahlungen jener beiden Körper nach ren gegen die Kugel gekehrten Flächen, und nach n Quadratzahlen ihrer Entfernungen von der ugel.

Die Empfindlichkeit dieſes Inſtruments erſtreckt h ſo weit, daß, wenn daſſelbe auf 10 bis 12 rad Reaumur ſteht, und man vor eine ſeiner Ku-lu, in der Entfernung von drei Fuß, die flache nd hält, die aus derſelben hervorgehenden Strah-ngen der Wärme ſogleich bewirken, daß ſich das lt Weingeiſt gefüllte Fläſchchen zu bewegen anfängt, ıb nach der anderen Kugel zu um einige Linien iter fortrückt.

Uebrigens läßt ſich dieſes Inſtrument auf man-rlei Art einrichten, die mehr oder minder koſtſpie-, mehr oder weniger bequem iſt. Die einfachſte

Einrichtung, welche man demſelben geben kann, iſt in nachſtehender Figur dargeſtellt.

Fig. 4.



AB ſtellt ein Bret vor, das 24 Zoll lang, 8 Zoll breit, und einen Zoll dick iſt. Es dient dazu, die krummgebogene Röhre CDE, an deren Obertheilen ſich die beiden Kugeln befinden, auf demſelben zu befeſtigen.

Der Behälter, welcher dazu beiträgt, daß die beiden Enden der Röhre in ſenkrechter Stellung blei-

ben, geht durch ein kleines Loch, das abſichtlich in das Bret gemacht wurde, denſelben aufzunehmen, und iſt, ſo wie der horizontal liegende Theil der Röhre, vermittelſt ſeidner Fädchen, die durch kleine in das Bret gebohrte Löcher geſteckt, und oben zugebunden werden, am Brete befeſtigt. Das Fortrükken des Fläſchchens mit Weingeiſt, wird vermittelſt eines beweglichen in gleiche Theile abgetheilten Maaßſtabes bemerklich gemacht, der auf dem Brete, und zwar unmittelbar hinter dem horizontal liegenden Theile der Röhre angebracht iſt. Dieſer Maaßſtab iſt in obiger Abbildung nicht angedeutet.

Der Träger F, deſſen horizontaler Arm den runden vertikalen Schirm hält, welchen man in der Figur abgebildet ſieht, iſt in das Bret A B feſt eingefugt. Dieſer Schirm iſt von Pappe gemacht, und auf beiden Seiten mit Goldpapier überzogen. Er verhindert, ſeiner Beſtimmung zu Folge, daß die Strahlungen eines Körpers, der in die Nähe der einen Kugel des Inſtruments gebracht wird, auf die andere, ihr gegenüber befindliche Kugel nicht wirken können. Mitunter bedient man ſich während der Experimente auch noch anderer ſolcher Schirme; denn das Inſtrument iſt ſo außerordentlich reizbar, daß man ſich demſelben nur nähern darf, um es ſogleich

in Unordnung zu bringen, und das mit Weingeiſt gefüllte Fläſchchen in Bewegung zu ſetzen, wofern man dies nicht durch wirkſame Maaßregeln zu verhindern ſucht und beide Kugeln durch Schirme verdeckt. Dieſe Schirme ſind leicht und bald verfertigt, wenn man einige Bogen dünnes Papier dazu nimmt, die ungefähr zwei Quadratfuß im Umfange haben, dann auf beide Seiten ſtarkes Papier leimt, und ſie mit Goldpapier überzieht.

Damit dieſe Schirme in vertikaler Stellung bleiben und ſich zugleich willkührlich bewegen laſſen, bediene ich mich eines Stocks, welcher 12½ Zoll hoch und am äußerſten Ende mit einer Schraube verſehen iſt, die auf der Seite in das hölzerne Kreuz paßt, das die Mitte des Schirms bildet. Der untere Theil dieſes Stocks iſt in ein Stück Holz eingeſchraubt, welches acht Zoll im Quadrat hat, einen Zoll dick iſt, und dem Ganzen zur Stütze dient.

Um bemerken zu können, wie das mit Weingeiſt gefüllte Fläſchchen am Schirme vorbeirückt, macht man ein Glasfenſterchen in den Schirm, und zwar ſo hoch als es die Abſicht erfordert.

Damit der Beobachter, wenn er auch niemand

bei ſich hat, die warmen oder kalten Körper, deren Wirkung er zu erforſchen ſucht, den Kugeln, ohne die Augen vom Inſtrumente zu verwenden, nach Belieben näher bringen, oder ſie von denſelben entfernen, zugleich auch die gegenſeitige Entfernung derſelben von den gedachten Kugeln mit völliger Gewißheit wahrnehmen kann, ohne den Zeiger des Inſtruments aus den Augen zu verlieren, bediene ich mich folgender eben ſo einfachen als pünktlich übereintreffenden Verfahrungsart:

Ich gebrauche hiezu eine Art Büchſe, oder Röhre von Weidenholz, die an beiden Enden offen, und, von außen gemeſſen, ſechs Zoll lang, zwölf Zoll breit und fünf Zoll hoch iſt. Die Seitenwände derſelben beſtehen aus anderthalb Zoll dicken Bretern, und ſowohl der obere als untere Theil ſind nur einen Zoll ſtark. Von obenher iſt dieſe Röhre nur in der Breite von achtzehn Zoll zu. Auf dieſen Theil wird das Thermoſkop geſetzt. Auf der einen wie auf der anderen Seite, ſteckt ein Schieber in der Röhre, der ſechs und zwanzig Zoll lang iſt, und in zwei auf beiden Seiten angebrachten ziemlich tiefen Krümmen geht. Jeder dieſer beiden Schieber iſt nach unten zu mit einem Kammrade verſehen, wodurch ein im Inneren der Büchſe verborgenes Getriebe in Bewe-

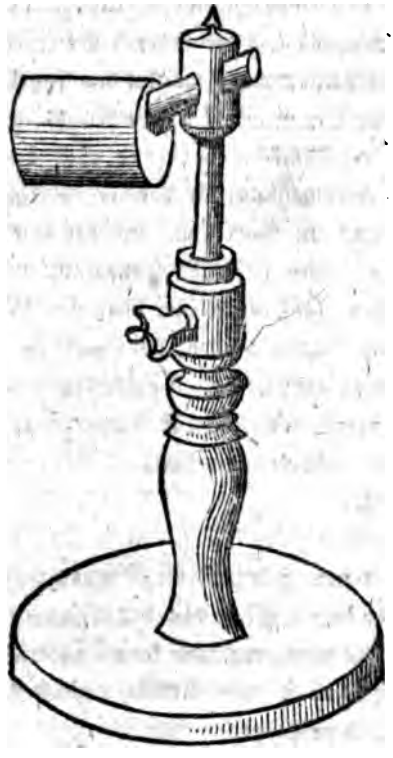
gung geſetzt wird, und an deſſen hervorragender Achſe ein Griff angebracht iſt, ſo daß der Beobachter, wenn er dieſe beiden Griffe in die Hände nimmt, ſowohl den einen als den anderen der beiden Körper, deren er ſich zu ſeinem Experimente bedient, ſo langſam als er nur will vorwärts und rückwärts bewegen kann. Jeder dieſer beiden Schieber iſt mit einer Abtheilung des Nonius verſehen, an welcher man, da ſie einer in Zolle abgetheilten Skale entſpricht, die an der daneben befindlichen Seitenwand der Büchſe vermerkt iſt, jeden Augenblick auf das genaueſte wahrnehmen kann, wie viel die abſolute Entfernung des Körpers von der Kugel beträgt, in deren Nähe derſelbe placirt war. Die obere Fläche der beiden Schieber liegt ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll tiefer, als jene des an der Büchſe befeſtigten Deckels, damit man, wenn etwa der Fuß des Thermoſkops auf der einen oder der anderen Seite über dem Rande des Deckels hervorſtehen ſollte, die unterhalb deſſelben befindlichen Schieber ungehindert hin und her bewegen kann, ohne daß daſſelbe im mindeſten verrückt wird.

Man wird aus Obigem von ſelbſt den Schluß machen, daß das Thermoſkop dergeſtalt auf den Deckel der Büchſe geſtellt wird, daß ſeine beiden Kugeln

mit der Achſe des Deckels in paralleler Richtung ſtehen, daß man ſodann die beiden warmen Körper von der einen wie von der anderen Seite in die Verlängerung der durch das Centrum der Kugel gehenden Horizontallinie und auf die Stützen placirt, welche vermittelſt der Schieber vor- und rückwärts bewegt werden, ſo wie dieſe der Beobachter mit Beihülfe der daran befindlichen Griffe hin und her drehen kann. Wenn nun dieſer nämliche Beobachter mit unverwandten Augen auf den Zeiger ſieht, ſo kann er leicht die Stelle ausfindig machen, wo dieſer Zeiger unbeweglich ſtehen bleibt, und folglich eine vollkommene Gleichheit der Wirkung von Seiten der beiden Körper ſtatt findet, wovon man bei dem Experimente Gebrauch macht.

Damit man jederzeit im Stande ſeyn möchte, ſich auf das genaueſte von der Temperatur dieſer Körper zu überzeugen, und damit ihre Oberflächen noch überdies einander vollkommen gleich wären, ließ ich von dünn geſchlagenem Meſſing zwei cylinderförmige Gefäße verfertigen, welche einerlei Größe hatten, und an welchen, bei dem einen wie bei dem andern, auf der einen Seite ein cylinderförmiger ſchräger Hals angebracht war, wie man aus der hier unten befindlichen Figur erſieht.

Fig. 5.



Der Cylinder liegt horizontal, damit man den runden Boden deſſelben in vertikaler Richtung an die eine Kugel des Thermoſkops ſo nahe als möglich anrücken kann. Das cylinderförmige Untertheil ſeiner

Stütze, ſteckt in einem hölzernen Fußgeſtelle, wo es vermittelſt einer Druckſchraube befeſtigt iſt, und zwar in einer ſolchen Höhe, daß die Achſe des Cylinders in die Verlängerung der Horizontallinie paßt, die zunächſt an das Centrum der beiden Kugeln gränzt.

Dieſes cylindriſche Gefäß hat drei Zoll im Durchmeſſer, und iſt vier Zoll lang; ſein ſchräger Hals iſt 3. 8 Zoll lang, und hat im Durchmeſſer o. 86 Zoll. Man hat dem Halſe deswegen dieſe (ſchräge) Richtung gegeben, damit das Waſſer, welches man zuweilen in das Gefäß gießt, nicht herauslaufen kann, wenn das Gefäß, wie aus der Figur zu erſehen iſt, eine horizontale Richtung erhält.

Ins Innere dieſes Gefäßes wird ein Thermometer geſteckt, deſſen cylinderförmiger Behälter vier Zoll lang iſt, und da die Skale dieſes Thermometers ganz aus dem Halſe hervorragt, ſo kann man hiernach die Temperatur des in dem Gefäße enthaltenen Fluidums genau beurtheilen.

Bei der Verfertigung eines Thermoſkops, hat man beſonders darauf zu ſehen, daß man eine ſolche Röhre wählt, die einen ſchicklichen Durchmeſſer hat. Iſt dieſelbe zu eng, ſo wird man finden, daß es

vergleichen will, ſo nähert man beide zugleich den zwei Kugeln des Inſtruments, und richtet die Entfernungen derſelben von den beiden Kugeln dergeſtalt ein, daß das Fläſchchen mit Weingeiſt unbeweglich auf einer und derſelben Stelle bleibt. So bald dies geſchehen iſt, bleibt nicht der mindeſte Zweifel mehr übrig, daß jene beiden Körper auf die Kugeln, welchen man ſich damit genähert hat, von beiden Seiten gleich ſtark gewirkt haben, ſo daß nunmehro die Intenſität der Strahlung eines jeden Körpers nach der Quantität ſeiner gegen die Kugel gekehrten Oberfläche und vermöge der Quadratzahl ſeiner Entfernung von dieſer Kugel, berechnen läßt.

Wenn es darauf ankömmt, die Intenſität der warmmachenden Wirkung eines warmen Körpers, mit der Intenſität der kaltmachenden Wirkung eines kalten Körpers zu vergleichen, ſo muß man zuförderſt die eine Kugel des Inſtruments gänzlich, d. i. von allen Seiten verdecken, worauf man ſodann die gedachten zwei Körper in einem und demſelben Nu, der anderen Kugel, und zwar auf den entgegengeſetzten Seiten derſelben, nahe bringt, und den Abſtand derſelben dergeſtalt einrichtet, daß ihre gleichzeitigen Wirkungen auf dieſe Kugel einander völlig gleich ſind, oder, welches eben ſo viel ſagen will,

bis der eine Körper ſie eben ſo ſehr erwärmt, als der andere ſie kalt macht.

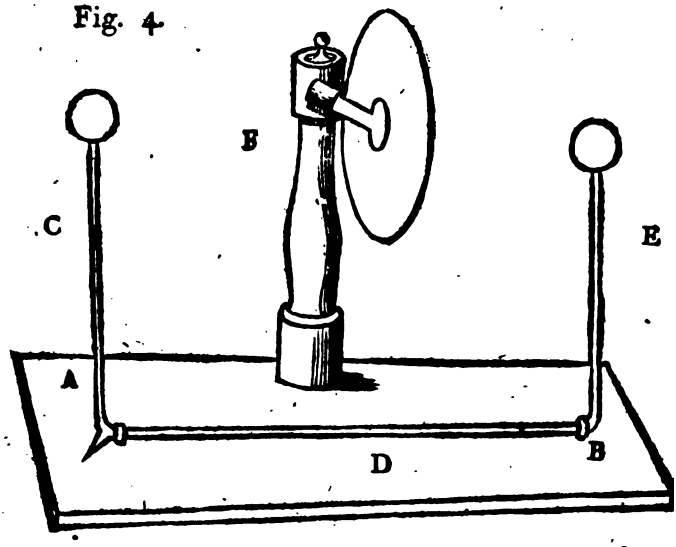
Di[illegible]e Gleichheit der Wirkung äußert ſich durch das Stillſtehen des mit Weingeiſt gefüllten Fläſchchens, und ſo bald man dieſes Stillſtehen wahrnimmt, berechnet man die verhältnißmäßigen Intenſitäten der Strahlungen jener beiden Körper nach ihren gegen die Kugel gekehrten Flächen, und nach den Quadratzahlen ihrer Entfernungen von der Kugel.

Die Empfindlichkeit dieſes Inſtruments erſtreckt ſich ſo weit, daß, wenn daſſelbe auf 10 bis 12 Grad Reaumur ſteht, und man vor eine ſeiner Kugeln, in der Entfernung von drei Fuß, die flache Hand hält, die aus derſelben hervorgehenden Strahlungen der Wärme ſogleich bewirken, daß ſich das mit Weingeiſt gefüllte Fläſchchen zu bewegen anfängt, und nach der anderen Kugel zu um einige Linien weiter fortrückt.

Uebrigens läßt ſich dieſes Inſtrument auf mancherlei Art einrichten, die mehr oder minder koſtſpielig, mehr oder weniger bequem iſt. Die einfachſte

Einrichtung, welche man demſelben geben kann, iſt in nachſtehender Figur dargeſtellt.

Fig. 4.

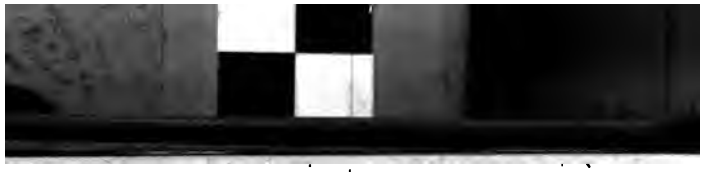


AB ſtellt ein Bret vor, das 24 Zoll lang, 8 Zoll breit, und einen Zoll dick iſt. Es dient dazu, die krummgebogene Röhre CDE, an deren Obertheilen ſich die beiden Kugeln befinden, auf demſelben zu befeſtigen.

Der Behälter, welcher dazu beiträgt, daß die beiden Enden der Röhre in ſenkrechter Stellung blei-

ben, geht durch ein kleines Loch, das abſichtlich in das Bret gemacht wurde, denſelben aufzunehmen, und iſt, ſo wie der horizontal liegende Theil der Röhre, vermittelſt ſeidner Fädchen, die durch kleine in das Bret gebohrte Löcher geſteckt, und oben zugebunden werden, am Brete befeſtigt. Das Fortrükken des Fläſchchens mit Weingeiſt, wird vermittelſt eines beweglichen in gleiche Theile abgetheilten Maaßſtabes bemerklich gemacht, der auf dem Brete, und zwar unmittelbar hinter dem horizontal liegenden Theile der Röhre angebracht iſt. Dieſer Maaßſtab iſt in obiger Abbildung nicht angedeutet.

Der Träger F, deſſen horizontaler Arm den runden vertikalen Schirm hält, welchen man in der Figur abgebildet ſieht, iſt in das Bret A B feſt eingefugt. Dieſer Schirm iſt von Pappe gemacht, und auf beiden Seiten mit Goldpapier überzogen. Er verhindert, ſeiner Beſtimmung zu Folge, daß die Strahlungen eines Körpers, der in die Nähe der einen Kugel des Inſtruments gebracht wird, auf die andere, ihr gegenüber befindliche Kugel nicht wirken können. Mitunter bedient man ſich während der Experimente auch noch anderer ſolcher Schirme; denn das Inſtrument iſt ſo außerordentlich reizbar, daß man ſich demſelben nur nähern darf, um es ſogleich



in Unordnung zu bringen, und das mit Weingeiſt gefüllte Fläſchchen in Bewegung zu ſetzen, wofern man dies nicht durch wirkſame Maaßregeln zu verhindern ſucht und beide Kugeln durch Schirme verdeckt. Dieſe Schirme ſind leicht und bald verfertigt, wenn man einige Bogen dünnes Papier dazu nimmt, die ungefähr zwei Quadratfuß im Umfange haben, dann auf beide Seiten ſtarkes Papier leimt, und ſie mit Goldpapier überzieht.

Damit dieſe Schirme in vertikaler Stellung bleiben und ſich zugleich willkührlich bewegen laſſen, bediene ich mich eines Stocks, welcher 12½ Zoll hoch und am äußerſten Ende mit einer Schraube verſehen iſt, die auf der Seite in das hölzerne Kreuz paßt, das die Mitte des Schirms bildet. Der untere Theil dieſes Stocks iſt in ein Stück Holz eingeſchraubt, welches acht Zoll im Quadrat hat, einen Zoll dick iſt, und dem Ganzen zur Stütze dient.

Um bemerken zu können, wie das mit Weingeiſt gefüllte Fläſchchen am Schirme vorbeirückt, macht man ein Glasfenſterchen in den Schirm, und zwar ſo hoch als es die Abſicht erfordert.

Damit der Beobachter, wenn er auch niemand

bei ſich hat, die warmen oder kalten Körper, deren Wirkung er zu erforſchen ſucht, den Kugeln, ohne die Augen vom Inſtrumente zu verwenden, nach Belieben näher bringen, oder ſie von denſelben entfernen, zugleich auch die gegenſeitige Entfernung derſelben von den gedachten Kugeln mit völliger Gewißheit wahrnehmen kann, ohne den Zeiger des Inſtruments aus den Augen zu verlieren, bediene ich mich folgender eben ſo einfachen als pünktlich übereintreffenden Verfahrungsart:

Ich gebrauche hiezu eine Art Büchſe, oder Röhre von Weidenholz, die an beiden Enden offen, und, von außen gemeſſen, ſechs Zoll lang, zwölf Zoll breit und fünf Zoll hoch iſt. Die Seitenwände derſelben beſtehen aus anderthalb Zoll dicken Bretern, und ſowohl der obere als untere Theil ſind nur einen Zoll ſtark. Von obenher iſt dieſe Röhre nur in der Breite von achtzehn Zoll zu. Auf dieſen Theil wird das Thermoſkop geſetzt. Auf der einen wie auf der anderen Seite, ſteckt ein Schieber in der Röhre, der ſechs und zwanzig Zoll lang iſt, und in zwei auf beiden Seiten angebrachten ziemlich tiefen Krümmen geht. Jeder dieſer beiden Schieber iſt nach unten zu mit einem Kammrade verſehen, wodurch ein im Inneren der Büchſe verborgenes Getriebe in Bewe-

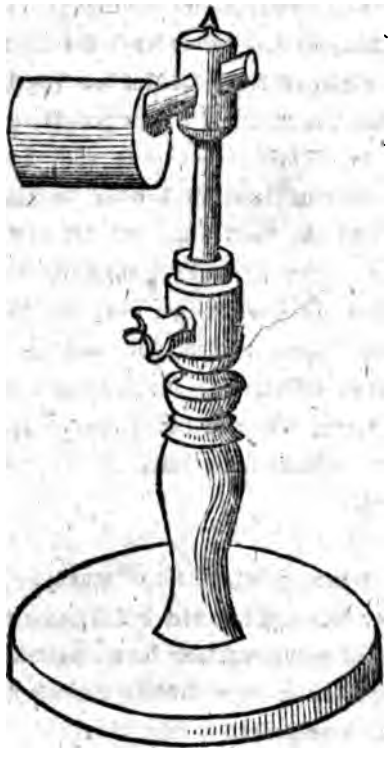
gung geſetzt wird, und an deſſen hervorragender Achſe ein Griff angebracht iſt, ſo daß der Beobachter, wenn er dieſe beiden Griffe in die Hände nimmt, ſowohl den einen als den anderen der beiden Körper, deren er ſich zu ſeinem Experimente bedient, ſo langſam als er nur will vorwärts und rückwärts bewegen kann. Jeder dieſer beiden Schieber iſt mit einer Abtheilung des Nonius verſehen, an welcher man, da ſie einer in Zolle abgetheilten Skale entſpricht, die an der daneben befindlichen Seitenwand der Büchſe vermerkt iſt, jeden Augenblick auf das genaueſte wahrnehmen kann, wie viel die abſolute Entfernung des Körpers von der Kugel beträgt, in deren Nähe derſelbe placirt war. Die obere Fläche der beiden Schieber liegt ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll tiefer, als jene des an der Büchſe befeſtigten Deckels, damit man, wenn etwa der Fuß des Thermoſkops auf der einen oder der anderen Seite über dem Rande des Deckels hervorſtehen ſollte, die unterhalb deſſelben befindlichen Schieber ungehindert hin und her bewegen kann, ohne daß daſſelbe im mindeſten verrückt wird.

Man wird aus Obigem von ſelbſt den Schluß machen, daß das Thermoſkop dergeſtalt auf den Deckel der Büchſe geſtellt wird, daß ſeine beiden Kugeln

mit der Achse des Deckels in paralleler Richtung stehen, daß man sodann die beiden warmen Körper von der einen wie von der anderen Seite in die Verlängerung der durch das Centrum der Kugel gehenden Horizontallinie und auf die Stützen placirt, welche vermittelst der Schieber vor- und rückwärts bewegt werden, so wie diese der Beobachter mit Beihülfe der daran befindlichen Griffe hin und her drehen kann. Wenn nun dieser nämliche Beobachter mit unverwandten Augen auf den Zeiger sieht, so kann er leicht die Stelle ausfindig machen, wo dieser Zeiger unbeweglich stehen bleibt, und folglich eine vollkommene Gleichheit der Wirkung von Seiten der beiden Körper statt findet, wovon man bei dem Experimente Gebrauch macht.

Damit man jederzeit im Stande seyn möchte, sich auf das genaueste von der Temperatur dieser Körper zu überzeugen, und damit ihre Oberflächen noch überdies einander vollkommen gleich wären, ließ ich von dünn geschlagenem Messing zwei cylinderförmige Gefäße verfertigen, welche einerlei Größe hatten, und an welchen, bei dem einen wie bei dem andern, auf der einen Seite ein cylinderförmiger schräger Hals angebracht war, wie man aus der hier unten befindlichen Figur ersieht.

Fig. 5.



Der Cylinder liegt horizontal, damit man den runden Boden deſſelben in vertikaler Richtung an die eine Kugel des Thermoſkops ſo nahe als möglich anrücken kann. Das cylinderförmige Untertheil ſeiner

Stütze, ſteckt in einem hölzernen Fußgeſtelle, wo es vermittelſt einer Druckſchraube befeſtigt iſt, und zwar in einer ſolchen Höhe, daß die Achſe des Cylinders in die Verlängerung der Horizontallinie paßt, die zunächſt an das Centrum der beiden Kugeln gränzt.

Dieſes cylindriſche Gefäß hat drei Zoll im Durchmeſſer, und iſt vier Zoll lang; ſein ſchräger Hals iſt z. 8 Zoll lang, und hat im Durchmeſſer o. 86 Zoll. Man hat dem Halſe deswegen dieſe (ſchräge) Richtung gegeben, damit das Waſſer, welches man zuweilen in das Gefäß gießt, nicht herauslaufen kann, wenn das Gefäß, wie aus der Figur zu erſehen iſt, eine horizontale Richtung erhält.

Ins Innere dieſes Gefäßes wird ein Thermometer geſteckt, deſſen cylinderförmiger Behälter vier Zoll lang iſt, und da die Skale dieſes Thermometers ganz aus dem Halſe hervorragt, ſo kann man hiernach die Temperatur des in dem Gefäße enthaltenen Fluidums genau beurtheilen.

Bei der Verfertigung eines Thermoſkops, hat man beſonders darauf zu ſehen, daß man eine ſolche Röhre wählt, die einen ſchicklichen Durchmeſſer hat. Iſt dieſelbe zu eng, ſo wird man finden, daß es

beinahe nicht möglich iſt, den Weingeiſt in einer zuſammenhängenden Maſſe zu erhalten. *) Iſt ſie zu weit, ſo wird die kleine Säule des Fluidums, welche die Stelle des Zeigers vertritt, an den äußerſten Enden derſelben nicht gut vertheilt ſeyn. Die beſte Dimenſion iſt diejenige, vermöge welcher ein Zoll

*) Wenn ſich das in der Röhre befindliche Fluidum, wie dies oftmals zu geſchehen pflegt, in mehrere kleine Maſſen bildet, die von einander ganz abgeſondert ſind, ſo geht die Empfindlichkeit des Inſtruments faſt gänzlich verloren, und es iſt unumgänglich nöthig dieſe abgeſonderten Theile wieder in eine einzige Maſſe zu vereinigen. Dies wird dadurch bewirkt, wenn man die beiden Kugeln wechſelsweiſe bald in die eine bald in die andere Hand nimmt, und dieſe kleine Bläschen vermittelſt der natürlichen Wärme ununterbrochen hin und her jagt. Die kleinen Quantitäten des Fluidums, woraus jene Kugelchen entſtehen, bleiben alsdann an den Wänden der Röhre hängen, und jene kleinen Bläschen verſchwinden. Wenn man nun die große Blaſe ganz langſam von einem Ende der Röhre zum andern treibt, ſo wird ſich das ganze Fluidum wieder in eine einzige Maſſe vereinigen.

Die Entſtehung jener kleinen Bläschen rührt offenbar von der Diſtillation des Fluidums her, die im Innern der Röhre vorgeht, und ſich auf keine Weiſe verhindern läßt.

Zoll Länge fünfzehn bis achtzehn Gran Queckſilber faßt. Nach Verhältniß dieſer Weite, können die Kugeln ungefähr anderthalb Zoll im Durchmeſſer haben.

Ich beſitze ein Inſtrument, deſſen horizontal liegende Röhre ganz mit Weingeiſt gefüllt iſt, bis auf einen kleinen Raum gegen die Mitte der Röhre, wo eine kleine Luftkugel vorhanden iſt, welche die Stelle des Zeigers vertritt. Demungeachtet thut mir aber dieſes Inſtrument weniger gute Dienſte, wie jedes andere, worin nur eine ganz kleine Quantität Flüſſigkeit enthalten iſt.

Ich kann mich für diesmal nicht weiter darauf einlaſſen, die Beſchaffenheit dieſer Inſtrumente noch umſtändlicher zu beſchreiben, ſondern will nunmehr Rechenſchaft von den Experimenten ablegen, wozu dieſelben beſtimmt waren.

Jene, deren ich bereits erwähnt habe, hatten mir mehr als einen Grund dargeboten, nach welchem ich vermuthen konnte, daß nicht alle die Wärme, die ein Körper verliert, welchen man in freier Luft kalt werden läßt, von den Partikeln jener Flüſſigkeit weggeführt werde, von welchen er nach und nach berührt wird, ſondern daß vielmehr ein beträchtlicher

Theil dieſer Wärme als Strahlen entweiche, welche die transparente Luft, durch welche ſie ihren Weg nehmen, nicht erwärmen, ſondern nur dann erſt Wärme verurſachen, wenn ſie irgendwo aufgehalten und eingeſogen werden. Ich vermuthete, daß in allen jenen Fällen, wo ich bemerkt hatte, daß das Kaltwerden meiner Apparate durch das Daſeyn der Umhüllungen, womit ihre Metallflächen bekleidet waren, beſchleunigt wurde, dieſe nämlichen Umhüllungen die Ausſendung der warmmachenden Strahlen aus den gedachten Flächen auf irgend eine Art erleichtert und befördert haben müßten. *)

Dieſe Vermuthung ſetzt freilich voraus, daß verſchiedene Subſtanzen, die bis zu einerlei Temperatur erwärmt ſind, ungleiche Quantitäten warmmachender Strahlen von ſich geben; indeß ſeh ich nicht ein, warum ich das Gegentheil glauben ſollte, und ich eilte daher um ſo mehr, mir alle meine Zweifel durch folgende Experimente zu benehmen.

*) Man wird unfehlbar bemerken, daß ich mich hier ſolcher Ausdrücke bediene, die ſich mit meinen Meinungen über die Beſchaffenheit der Wärme nicht wohl vereinbaren laſſen, ich werde mich aber zur gehörigen Zeit beſtimmter ausdrücken.

Zwölftes Experiment.

Man nahm zwei cylindriſche Gefäße von Meſſing, mit einer ſchrägen Röhre, von außen überaus fein polirt, jedes von drei Zoll im Durchmeſſer und vier Zoll Länge, kurz, zwei Gefäße die genau ſo beſchaffen waren, wie die ſo eben beſchriebenen, befeſtigte dieſelben in horizontaler Richtung auf ihren Fußgeſtellen, füllte ſie mit Waſſer, das bis zu 180 Grad Fahrenheit erwärmt war, und ſtellte ſie auf ihren runden und platten Fußböden bis auf zwei Zoll in die Nähe der beiden Kugeln des Thermoſkops.

Wenn man nun dieſe warmen Körper zu gleicher Zeit, oder welches noch beſſer war, nachdem man zuförderſt zwei Schirme vor die beiden Kugeln geſetzt hatte, bis auf eine Entfernung von einem Zoll vor dieſelben hinſtellte, und ſie nachher zu gleicher Zeit wieder wegnahm, blieb das mit Weingeiſt gefüllte Fläſchchen in der Mitte des horizontal liegenden Theils der Thermoſkopröhre unbeweglich an ſeiner Stelle; ſo bald man aber den einen dieſer warmen Körper der Kugel, vor welcher er ſich befand, nur ein klein wenig näher brachte, und der andere Körper auf ſeinem Platze blieb, ſetzte ſich das Fläſchchen ſogleich in Bewegung und rückte nach der andern Kugel zu.

Wenn man hingegen den einen dieſer warmen Körper ein wenig entfernte, und der andere in der vorigen Diſtanz blieb, zog ſich das Fläſchchen von letzterm ſchnell zurück.

Wenn man nur den einen warmen Körper in die Nähe der einen Kugel brachte, fieng das Fläſchchen ſogleich an ſich zu bewegen, und man hätte daſſelbe, wenn man es ſonſt Willens geweſen wäre, über die ganze Röhre hinweg und bis zur gegenüber befindlichen Kugel forttreiben können; dies darf aber nie geſchehen, weil ſonſt das Inſtrument ganz in Unordnung kommen würde.

Nachdem ich durch dieſe vorläufigen Verſuche die Empfindlichkeit und Präciſion meines Inſtruments näher kennen gelernt hatte, ſchritt ich nunmehr zu folgendem entſcheidenden Experimente.

Dreizehntes Experiment.

Ich ließ den flachen runden Boden des einen cylindriſchen Gefäßes, über einem brennenden Wachsſtocke ſchwarz anlaufen, füllte ſowohl dieſes als auch das andere mit Waſſer, das bis zu 180 Grad Fahrenheit warm gemacht war, und ſtellte beide wie zuvor, in gleicher Entfernung von zwei Zoll an die beiden Kugeln des Inſtruments.

Der Zeiger wurde ſogleich durch die ſtärkere Einwirkung der ſchwarzen Oberfläche fortgerückt, und blieb nicht eher an ſeiner Stelle, bis man das ſchwarz angelaufene Gefäß acht Zoll weit von ſeiner Kugel entfernt hatte; das andere ließ man zwei Zoll weit von der ſeinigen ſtehen.

Dieſes Experiment ſchien mir über den Gegenſtand, welcher meine Aufmerkſamkeit ſchon ſeit ſo langer Zeit an ſich gezogen hatte, viel Licht zu verbreiten, und eröffnete mir zugleich ein weites Feld, zu eben ſo neuen als intereſſanten Forſchungen.

Schon war ich im Stande, mir auf eine etwas mehr befriedigende Art die Erſcheinungen zu erklären, wozu ich in den vorhergehenden Experimenten, trotz aller meiner Mühe keinen zureichenden Grund fand; insbeſondere das ſchnellere Kaltwerden der Oberflächen, das vermittelſt der verſchiedenen Umhüllungen oder Anſtriche, womit ich dieſelben überzogen hatte, bewirkt worden war. Jetzt machte ich nun den Anfang mit mehreren auf einander folgenden Experimenten von mancherlei Art, wodurch ich ein noch helleres Licht über die unſichtbaren mechaniſchen Wirkungen zu verbreiten hoffte, die bei dem Warmwerden und Kaltwerden der Körper ſtatt finden.

Vor allen Dingen kam es darauf an zu erforſchen, ob die mancherlei Subſtanzen, die, als ich mich derſelben zu den Umhüllungen bediente, in ſo vorzüglichem Grade das Kaltwerden der Metallflächen befördert hatten, auf eben die Weiſe nun auch die Ausſendung der warmmachenden Strahlen aus eben dergleichen Flächen beſchleunigen würden, wenn ich dieſelben an die Kugeln meines Thermoſkops brächte. Ich fand daß dieſe Wirkung erfolgte.

Und da hiernächſt alle dieſe Experimente auf die überzeugendſte Art zum Beweiſe dienten, daß alle jene Subſtanzen, die, als ich ſelbige in meinen vorigen Experimenten auf die Metallflächen anwandte, das Kaltwerden meiner Gefäße befördert hatten, nun auch die Ausſendung der warmmachenden Strahlen beſchleunigten, oder wenigſtens erleichterten, ſo konnte ich den Einfluß der Strahlungen auf das Warmwerden und Kaltwerden der Körper nicht länger in Zweifel ziehen. Indeß war noch mancher wichtige Punkt zu berichtigen, bevor ich mir deutliche und richtige Begriffe von der Beſchaffenheit dieſer Strahlen, und von der Art wie ſie wirken, verſchaffen konnte.

Ich hatte mich zeither bei allen meinen Experimenten nur eines einzigen Metalls (des Meſſings)

bedient, und dies Metall iſt bekanntlich aus mehrern andern zuſammengeſetzt. Ich mußte daher vor allen Dingen zu erforſchen ſuchen, ob ähnliche mit andern Metallen veranſtaltete Experimente die nämlichen Reſultate darſtellen würden.

Vierzehntes Experiment.

Ich verſchaffte mir bei einem Goldſchläger Gold- und Silberblättchen, die ungefähr dreimal ſo ſtark waren wie die, deren ſich die Vergolder bedienen. Ich überzog zwei große mit No. 1. und No. 2. bezeichnete cylindriſche Gefäße mit einem Anſtriche von Oelfirniß, und als derſelbe ganz trocken war, belegte ich No. 1. mit Gold- und No. 2. mit Silberblättchen. Als nun alles vollkommen trocken und hart geworden war, wiſchte ich die Flächen der Gefäße mit Baumwolle ab, um die unebenen Gold- und Silbertheilchen wegzuſchaffen, und wiederholte ſodann die ſchon ſo oft beſchriebenen Experimente, indem ich die Gefäße mit kochendem Waſſer füllte, und ſie in der ſtillen Luft eines großen Zimmers erkalten ließ.

Die Zeitdauer des Kaltwerdens von 10 zu 10 Grad, war genau dieſelbe die ich wahrgenommen hatte, als die Fläche der metallenen Gefäße ohne

Umhüllung an die freie Luft gebracht wurde. Ich wiederholte dies Experiment mehrmals und bemerkte nie den mindeſten Unterſchied.

Fünfzehntes Experiment.

Es war mir noch nicht genug, mich von der Einerleiheit der Reſultate, bloß vermittelſt drei verſchiedener Metalle, des Meſſings, des Goldes und des Silbers verſichert zu haben.

Dieſe Erſcheinung war viel zu wichtig, als daß ich unterlaſſen konnte, ſie auf die vollſtändigſte Weiſe ins Licht zu ſetzen. Ich ließ mir daher zwei neue Gefäße, das eine von Blei, das andere von verzinntem Eiſen, (oder vielmehr Eiſenblech) machen, die mit den vorigen einerlei Größe hatten. Da die Leitungskraft des Bleies, in Bezug auf die Wärme, viel ſtärker iſt, als die der übrigen Metalle, deren ich mich zeither bedient hatte *), ſo zog ich

*) Wenn man nach Franklins eben ſo einfacher als ſinnreicher Verfahrungsart, verſchiedene in Stangen gegoſſene Metalle mit Seife oder Wachs überzieht, und ſie in geſchmolzenes Blei wirft, ſo wird man durch das Schmelzen des gedachten Ueberzugs überzeugt werden, daß das Silber eine viel ſtärkere Leitungskraft beſitzt, als das Blei.

hieraus die Schlußfolge, daß, wenn die Strahlung eines Körpers mit ſeiner Leitungskraft einigen Zuſammenhang hätte, das Kaltwerden des in dem bleiernen Gefäße enthaltenen Waſſers, mehr oder weniger ſchnell von ſtatten gehen müſſe, als in einem der anderen Gefäße.

Aus dieſem und mehreren anderen Experimenten von ähnlicher Art, erſah ich, daß die Wärme alle Metallflächen immer mit gleicher Leichtigkeit oder Geſchwindigkeit verläßt.

Sollte dieſe Thatſache nicht etwa dem Umſtande zuzuſchreiben ſeyn, daß alle Metalle ohne Ausnahme in gleichem Grade dunkel ſind? Und führt dies nicht auf die höchſt wahrſcheinliche Vermuthung, daß die Wärme in allen und jeden Fällen durch Strahlungen, oder, um mich noch richtiger auszudrücken, durch wellenförmige Bewegungen (ondulations) erregt und mitgetheilt wird?

Ich weiß mehr als zu wohl, daß ſich dieſe Frage nicht eher mit Beſtimmheit beantworten läßt, bis man eine andere nicht minder wichtige beantwortet hat, nämlich dieſe: ob das Kaltwerden der Körper durch ſolche Strahlen bewirkt wird, die aus denſel-

den hervorkommen (emanent) oder durch andere, die in dieſelben hineindringen (qu'ils reçoivent.)

Das berühmte und ſchon ſo oft wiederholte Experiment des Profeſſors Pictet, ſcheint die Vermuthung ſo ziemlich außer Zweifel zu ſetzen, daß Strahlungen, oder Ausflüſſe (emanations) exiſtiren, die wirklich aus kalten Körpern hervorkommen, auf eben die Art wie das Licht durch Hohlſpiegel konzentrirt werden können, und wenn ſie auf dieſe Art konzentrirt ſind, in einem Luftthermometer eine merkliche Veränderung bewirken.

Ein Hauptzweck, den ich bei der Erfindung meines Thermoſkops beabſichtigte, war der, daß ich das Weſen und die Eigenſchaften dieſer Ausflüſſe zu erforſchen und zu entdecken wünſchte, ob ſie vielleicht von derſelben Beſchaffenheit ſeyen, wie die ſchon ſeit ſo langer Zeit bekannten warmmachenden Strahlen, welche die Körper von ihrer Oberfläche ſenden.

Ich ſuchte mich daher vor allen Dingen von der Exiſtenz dieſer Ausflüſſe zu überzeugen und zu entdecken, was für ſichtbare oder fühlbare Wirkungen man vermittelſt derſelben hervorbringen könne, ohne

ſie mit Beihülfe der Hohlſpiegel konzentriren zu müſſen.

Sechzehntes Experiment.

Man nahm zwei cylindriſche, mit ſchrägen Hälſen verſehene Gefäße, welche durchaus rein und sauber waren, befeſtigte ſie auf ihren Fußgeſtellen, ſtellte ſie in gleicher Höhe nahe an das Thermoſkop, und ließ ſie, in einem geräumigen Saale, wo alles ruhig und ſtill war, ſo lange ſtehen, bis der Apparat in allen ſeinen Theilen einerlei Temperatur angenommen hatte.

Man hatte dafür geſorgt, daß von außen nicht das mindeſte Licht in den Saal dringen konnte, und vor dem Thermoſkop ſtanden einige der oben erwähnten Schirme, ſo daß die Kugeln deſſelben, vor jedem warummachenden Einfluſſe, der von dem Beobachter herrührte, vollkommen gedeckt war.

Nun gieng ich ganz langſam in den Saal, um keinen Luftzug zu verurſachen, näherte mich dem Thermoſkop, und hielt erſt das eine, dann auch das andere cylindriſche Gefäß, an ſeine Kugeln. Der Zeiger blieb ruhig an ſeiner Stelle.

Siebzehntes Experiment.

Da ich mich nun durch dieſes vorgängige Experiment überzeugt hatte, daß die Annäherung einer glänzenden Metallfläche in dem Inſtrumente keine merkliche Veränderung bewirkte, wenn anders dieſe Fläche und jene der Kugeln des Thermoſkops, einerlei Temperatur hatten, ſo nahm ich das eine cylindriſche Gefäß weg und trug es in ein anderes Zimmer, wo man es mit einer aus Waſſer und zerſtoßenem Eis beſtehenden Miſchung füllte.

Jetzt gieng ich wieder in den Saal und hielt den cylindriſchen Boden des Gefäßes an die eine Kugel des Thermoſkops, in einer Entfernung von vier Zoll.

In demſelben Nu fieng der Zeiger an, ſich langſam und gleichförmig nach der Seite hin zu bewegen, wo ſich der kalte Körper befand, und nachdem er ungefähr einen Zoll weit fortgerückt war, blieb er ſtehen.

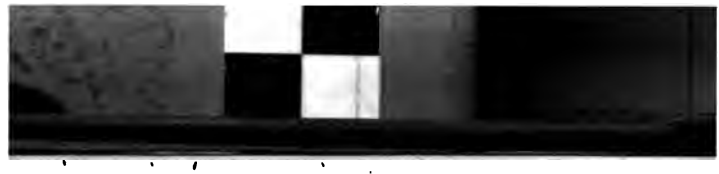
Ich hielt den kalten Körper noch näher gegen die Kugel. Der Zeiger ſetzte ſich von neuem in Bewegung und näherte ſich dem kalten Körper noch mehr.

Achtzehntes Experiment.

Wiewohl nun das Reſultat des vorhergehenden Experiments das Strahlen kalter Körper, meiner Einſicht nach, außer Zweifel ſetzte, und zum Beweis diente, daß die aus denſelben fließenden Strahlen die Kraft beſitzen, in wärmeren Körpern, die ihrer Einwirkung ausgeſetzt werden, Kälte zu erregen, ſo iſt doch leicht zu erachten, daß ich mich nicht damit begnügte, es bei einer ſo merkwürdigen und für die Theorie der Wärme ſo wichtigen Unterſuchung bei dem Reſultate eines einzigen Experiments bewenden zu laſſen.

Es kam darauf an, erſt noch mehrere Verſuche mit kalten Körpern verſchiedener Art anzuſtellen und ſich zu überzeugen, daß die Strömungen der kalten Luft, welche der in der Nähe befindliche kalte Körper vielleicht verurſachte, auf die beobachtete thermoſkopiſche Wirkung keinen Einfluß gehabt habe. Ich wiederholte daher mein Experiment nochmals und zwar mit folgenden Abänderungen.

Man gab dem Thermoſkop eine ſolche Richtung, daß die beiden Arme der krummgebogenen Röhre, worauf die beiden Kugeln befindlich waren, anſtatt gerade aufwärts zu ſtehen, horizontal lagen, und



anſtatt daß man vorher den kalten Körper von der Seite an die eine Kugel des Thermoſkops gehalten hatte, ſtellte man ihn und zwar in einer Entfernung von ſechs Zoll, gerade unter dieſelbe.

Dieſer kalte Körper war kein Metall, ſondern eine dichte Eisſcheibe, die ungefähr drei Zoll dick war, acht Zoll im Durchmeſſer hatte und in einem irdenen Becken lag, welches oben etwa einen Schuh, unten aber neun Zoll im Durchmeſſer hatte und vier Zoll tief war. Die Eisſcheibe lag unten auf dem Boden des Beckens, und über daſſelbe hatte man einen Deckel von ſtarkem Papier gemacht, in deſſen Mitte ein rundes Loch war, deſſen Durchmeſſer ſechs Zoll betrug.

Als man das Becken auf die eben erwähnte Art zubereitet hatte, ſtellte man es unter die eine Kugel des Thermoſkops und zwar in einer ſolchen Entfernung, daß die Oberfläche der Eisſcheibe mit ihrem Mittelpunkte ſechs Zoll tief unter der Kugel ſtand.

Was man vorausſehen konnte, geſchah. Kaum hatte man die Eisſcheibe an den gehörigen Ort geſtellt, als der Zeiger ſogleich anfieng ſich zu bewegen, und gegen die in der Nähe befindliche Kugel fortzu-

rücken. Als er ſeine Stelle ungefähr einen Zoll breit verändert hatte, blieb er ſtehen.

Neunzehntes Experiment.

Um zu entdecken, ob aus einer kalten Flüſſigkeit kaltmachende Strahlen fließen würden, bediente ich mich anſtatt der Eisſcheibe einer gleich ſtarken Quantität Waſſer, das dieſelbe Temperatur hatte, wie Eis, welches zu ſchmelzen beginnt. Das Reſultat war offenbar daſſelbe, wie in dem vorhergehenden Experimente, und der Zeiger blieb auf demſelben Punkte ſtehen. Als ich eine Zeitlang hierüber nachgedacht hatte, fand ich, daß dieſes Experiment noch bündiger als das vorige, oder vielmehr mit demſelben von gleicher Beſchaffenheit war; denn, da das Queckſilber, welches die Temperatur der äußeren Luft anzeigte, während des mit dem Eiſe vorgenommenen Experiments, einige Grad über dem Gefrierpunkte ſtand, ſo ergiebt ſich hieraus ganz offenbar, daß die Eisſcheibe, ſo lange das Experiment dauerte, mit einer dünnen und unſichtbaren Waſſerſchicht bedeckt ſeyn mußte.

Da ich nun, vermittelſt der aus dieſen Experimenten entſpringenden Reſultate auf die Vermuthung geleitet wurde, daß die kalten Körper jederzeit kalt-

machende Strahlen von ſich geben, die den warmmachenden Strahlen, welche die warmen Körper von ſich werfen, vollkommen ähnlich ſind, ſo war ich äußerſt begierig zu unterſuchen, ob alle kalte Körper ohne Ausnahme unter einerlei Temperatur einerlei Quantität Strahlen von ſich geben, oder ob vielmehr, wie ich ſolches bereits in Betreff der warmen Körper beobachtet hatte, in der Kraft wodurch dieſe Ausſendung bewirkt wurde, zwiſchen den von einander verſchiedenen Körpern ein Unterſchied ſtatt finde. Dieſer wichtige Punkt ſollte durch folgendes Experiment entſchieden werden.

Zwanzigſtes Experiment.

Ich hatte wahrgenommen, daß eine vom Rauch ſchwarz angelaufene und bis zu einer gewiſſen Temperatur warm gemachte Metallfläche, weit mehr warmmachende Strahlen von ſich gab, als wenn dieſe nämliche Metallfläche entblößt war. Es war daher meiner Wißbegier überaus viel daran gelegen, in Erfahrung zu bringen, ob vielleicht dieſelbe Verfahrungsart, wenn ſie auf die Fläche eines kalten Metalls angewendet würde, die Ausſendung der kaltmachenden Strahlen vermehre oder nicht vermehre.

Zu dem Ende ließ ich den Boden eines meiner
iden cylindriſchen Gefäße, das einen ſchrägen Hals
itte, ſchwarz anlaufen, und füllte dieſes Gefäß
it einer aus Küchenſalz und Eis beſtehenden Mi-
ung. Mit eben dieſer Miſchung füllte ich auch
s andere jenem ähnliche Gefäß, jedoch ohne daß-
ſbe ſchwarz anlaufen zu laſſen, und brachte nun-
ehr beide zu gleicher Zeit und in gleicher Entfer-
ung an die beiden Kugeln des Thermoſkops.

So bald dies geſchah, ſetzte ſich der Zeiger ſo-
eich in Bewegung, und rückte langſam gegen die
m ſchwarz angelaufenen Gefäße entſprechende Ku-
l fort. Dies zeigte an, daß dieſer nämlichen Ku-
l durch die kaltmachenden Strahlen, die aus dieſer
berfläche hervorkamen, weit mehr Kälte mitgetheilt
urde, als der anderen durch die Strahlen, welche
s der reinen polirten Metallfläche des andern Ge-
ßes hervorkamen, das doch mit jenem einerlei Tem-
ratur hatte, beigebracht waren.

Dieſes Experiment wurde ſeiner Wichtigkeit we-
n zum öftern wiederholt, und immer mit demſel-
n Erfolge. Der Zeiger des Inſtruments deutete
esmal an, daß die kaltmachenden Strahlen, die
s der ſchwarz angelaufenen Fläche hervorkamen,

in Hervorbringung der Kälte weit mehr Wirkſamkeit äußerten als jene, welche das bloße Metall von ſich warf.

Das Fortrücken des Zeigers während dieſer Experimente war zwar bei weitem nicht ſo merklich, wie bei der Annäherung warmer Körper; dies ließ ſich aber unter dieſen Verhältniſſen auch gar nicht erwarten: denn ob ich gleich vermittelſt der mehrerwähnten kaltmachenden Miſchung, den größtmöglichſten Grad von Kälte hervorzubringen ſuchte, ſo war doch die Verſchiedenheit zwiſchen der Temperatur der Kugeln und der Temperatur der in die Nähe dieſer Kugeln gebrachten Körper allemal viel größer, wenn man von warmen Körpern Gebrauch machte, als in Betreff kalter Körper, und es verſteht ſich von ſelbſt, daß man die Kugeln nicht ſtärker reizen durfte als es dieſe Verſchiedenheit geſtattete.

Während der Experimente die mit den Gefäßen vorgenommen wurden, die mit Waſſer angefüllt waren, deſſen Wärme 180 Grad Fahrenheit betrug, machte jene Verſchiedenheit, da die Zimmerluft und folglich auch die Temperatur der Kugeln des Thermoſkops nur etwa bis auf 10 Grad erwärmt war, nicht weniger als 120 Grad Fahrenheit aus.

Während der Experimente mit den kalten Gefäßen, betrug die anfängliche Verſchiedenheit nicht über 40 höchſtens fünfzig Grad; und nach einer kleinen Anzahl Sekunden, muß ſich dieſelbe bis auf 30 Grad vermindert haben, weil ſich das Waſſer, welches ſich aus der Luft auf der Oberfläche der Gefäße, worin die kaltmachende Miſchung enthalten war, präcipitirte, ſogleich in Eis verwandelte.

Dieſe Präcipitation war ſo reichhaltig, daß die polirte Metallfläche in kurzer Zeit Flecken bekam, und gleich nachher ziemlich dick mit Reif überzogen wurde. Dieſe Zufälligkeiten welche man nicht verhindern konnte, hatten auf die Reſultate dieſes Experiments, wie der Augenſchein zeigte, viel Einfluß.

Der Zeiger, ſtatt daß derſelbe, nachdem er das Maximum ſeiner Entfernung erreicht hatte, ruhig ſtehen geblieben wäre, wie ſolches während der mit den warmen Körpern angeſtellten Experimenten geſchehen war, hatte kaum dieſe Stelle erreicht, als er wieder nach ſeinem vorigen Standpunkte zurückkehrte, und ſo oft ich die Reifſchicht von der runden Oberfläche des an dem nicht ſchwarz angelaufenen Gefäße befindlichen Bodens abwiſchte, fieng der Zeiger allemal an, ſich nach dem andern Gefäße zu in Be-

wegung zu ſetzen, welches, im Vorbeigehen geſa
zum Beweiſe dient, daß das Eis eine viel gröſ
Quantität kaltmachender Strahlen von ſich gi
als eine glänzende Metallfläche von gleicher Tem
ratur.

Ich hatte ſchon mehrmals bemerkt, daß, w
ich der einen Kugel des Thermoſkops mit der H
nahe kam, die aus derſelben hervorkommenden wa
machenden Strahlen nie viel ſtärker auf das Inſt
ment wirkten, als ſolches geſchehen ſeyn würde, w
man einen andern ungleich wärmern Körper von g
cher Oberfläche, und in derſelben Entfernung, d
ſelben genähert hätte. Ich war äußerſt begierig
unterſuchen, ob nicht vielleicht die animaliſch
Subſtanzen eine viel größere Menge warmr
chender (und folglich auch kaltmachender) Strah
von ſich gäben als andere Subſtanzen, und ob n
vielleicht ein lebendiges Thier in dieſer Hinſ
mehr zu bewirken vermöge, als ein todtes Th
wenn auch in Anſehung ihrer beiderſeitigen Tempe
tur kein Unterſchied Statt fände.

Mein erſtes in Betreff dieſes Gegenſtandes
anſtaltete Experiment, war ſo einfach, daß mich

Reſultat deſſelben äußerſt überraſchte und die Stelle eines vollſtändigen Beweiſes vertrat.

Ein und zwanzigſtes Experiment.

Ich nahm ein Stück Leder, dergleichen die Goldſchläger gebrauchen, und das bekanntlich aus einer ſehr dünnen Membran beſteht, womit die gröbern Därme des Hornviehes von Innen überzogen ſind. Dieſes Stück Leder feuchtete ich mit Waſſer an und klebte es an den runden Boden eines meiner cylindriſchen horizontalen Gefäße, wo es, als es völlig trocken geworden war, feſt anſchloß. Jetzt füllte ich ſowohl dieſes, als auch das andere mit keiner Bekleidung verſehene Gefäß mit Waſſer, das bis auf 180 Grad heiß war, und brachte nun beide Gefäße zu gleicher Zeit und in gleich weiter Entfernung an die beiden Kugeln des Thermoſkops.

Der Zeiger wurde ſogleich durch die ſtärkere Wirkung des mit Leder bedeckten Gefäßes, eine beträchtliche Strecke weit fortgetrieben, und kehrte nicht eher auf ſeinen vorigen Standpunkt zurück, bis ich dieſes Gefäß fünfmal ſo weit von der Kugel entfernt hatte als das andere Gefäß.

Ich ſchloß daher aus dem Reſultate dieſes inter-

machende Strahlen von ſich geben, die den warmmachenden Strahlen, welche die warmen Körper von ſich werfen, vollkommen ähnlich ſind, ſo war ich äußerſt begierig zu unterſuchen, ob alle kalte Körper ohne Ausnahme unter einerlei Temperatur einerlei Quantität Strahlen von ſich geben, oder ob vielmehr, wie ich ſolches bereits in Betreff der warmen Körper beobachtet hatte, in der Kraft wodurch dieſe Ausſendung bewirkt wurde, zwiſchen den von einander verſchiedenen Körpern ein Unterſchied ſtatt finde. Dieſer wichtige Punkt ſollte durch folgendes Experiment entſchieden werden.

Zwanzigſtes Experiment.

Ich hatte wahrgenommen, daß eine vom Rauch ſchwarz angelaufene und bis zu einer gewiſſen Temperatur warm gemachte Metallfläche, weit mehr warmmachende Strahlen von ſich gab, als wenn dieſe nämliche Metallfläche entblößt war. Es war daher meiner Wißbegier überaus viel daran gelegen, in Erfahrung zu bringen, ob vielleicht dieſelbe Verfahrungsart, wenn ſie auf die Fläche eines kalten Metalls angewendet würde, die Ausſendung der kaltmachenden Strahlen vermehre oder nicht vermehre.

Zu dem Ende ließ ich den Boden eines meiner beiden cylindriſchen Gefäße, das einen ſchrägen Hals hatte, ſchwarz anlaufen, und füllte dieſes Gefäß mit einer aus Küchenſalz und Eis beſtehenden Miſchung. Mit eben dieſer Miſchung füllte ich auch das andere jenem ähnliche Gefäß, jedoch ohne daſſelbe ſchwarz anlaufen zu laſſen, und brachte nunmehr beide zu gleicher Zeit und in gleicher Entfernung an die beiden Kugeln des Thermoſkops.

So bald dies geſchah, ſetzte ſich der Zeiger ſogleich in Bewegung, und rückte langſam gegen die dem ſchwarz angelaufenen Gefäße entſprechende Kugel fort. Dies zeigte an, daß dieſer nämlichen Kugel durch die kaltmachenden Strahlen, die aus dieſer Oberfläche hervorkamen, weit mehr Kälte mitgetheilt wurde, als der anderen durch die Strahlen, welche aus der reinen polirten Metallfläche des andern Gefäßes hervorkamen, das doch mit jenem einerlei Temperatur hatte, beigebracht waren.

Dieſes Experiment wurde ſeiner Wichtigkeit wegen zum öftern wiederholt, und immer mit demſelben Erfolge. Der Zeiger des Inſtruments deutete jedesmal an, daß die kaltmachenden Strahlen, die aus der ſchwarz angelaufenen Fläche hervorkamen,

in Hervorbringung der Kälte weit mehr Wirkſamkeit äußerten als jene, welche das bloße Metall von ſich warf.

Das Fortrücken des Zeigers während dieſer Experimente war zwar bei weitem nicht ſo merklich, wie bei der Annäherung warmer Körper; dies ließ ſich aber unter dieſen Verhältniſſen auch gar nicht erwarten: denn ob ich gleich vermittelſt der mehrerwähnten kaltmachenden Miſchung, den größtmöglichſten Grad von Kälte hervorzubringen ſuchte, ſo war doch die Verſchiedenheit zwiſchen der Temperatur der Kugeln und der Temperatur der in die Nähe dieſer Kugeln gebrachten Körper allemal viel größer, wenn man von warmen Körpern Gebrauch machte, als in Betreff kalter Körper, und es verſteht ſich von ſelbſt, daß man die Kugeln nicht ſtärker reizen durfte als es dieſe Verſchiedenheit geſtattete.

Während der Experimente die mit den Gefäßen vorgenommen wurden, die mit Waſſer angefüllt waren, deſſen Wärme 180 Grad Fahrenheit betrug, machte jene Verſchiedenheit, da die Zimmerluft und folglich auch die Temperatur der Kugeln des Thermoſkops nur etwa bis auf 10 Grad erwärmt war, nicht weniger als 120 Grad Fahrenheit aus.

Während der Experimente mit den kalten Gefäßen, betrug die anfängliche Verſchiedenheit nicht über 40 höchſtens fünfzig Grad; und nach einer kleinen Anzahl Sekunden, muß ſich dieſelbe bis auf 30 Grad vermindert haben, weil ſich das Waſſer, welches ſich aus der Luft auf der Oberfläche der Gefäße, worin die kaltmachende Miſchung enthalten war, präcipitirte, ſogleich in Eis verwandelte.

Dieſe Präcipitation war ſo reichhaltig, daß die polirte Metallfläche in kurzer Zeit Flecken bekam, und gleich nachher ziemlich dick mit Reif überzogen wurde. Dieſe Zufälligkeiten welche man nicht verhindern konnte, hatten auf die Reſultate dieſes Experiments, wie der Augenſchein zeigte, viel Einfluß.

Der Zeiger, ſtatt daß derſelbe, nachdem er das Maximum ſeiner Entfernung erreicht hatte, ruhig ſtehen geblieben wäre, wie ſolches während der mit den warmen Körpern angeſtellten Experimenten geſchehen war, hatte kaum dieſe Stelle erreicht, als er wieder nach ſeinem vorigen Standpunkte zurückkehrte, und ſo oft ich die Reifſchicht von der runden Oberfläche des an dem nicht ſchwarz angelaufenen Gefäße befindlichen Bodens abwiſchte, fieng der Zeiger allemal an, ſich nach dem andern Gefäße zu in Be-

wegung zu ſetzen, welches, im Vorbeigehen geſagt, zum Beweiſe dient, daß das Eis eine viel größere Quantität kaltmachender Strahlen von ſich giebt, als eine glänzende Metallfläche von gleicher Temperatur.

Ich hatte ſchon mehrmals bemerkt, daß, wenn ich der einen Kugel des Thermoſkops mit der Hand nahe kam, die aus derſelben hervorkommenden warmmachenden Strahlen nie viel ſtärker auf das Inſtrument wirkten, als ſolches geſchehen ſeyn würde, wenn man einen andern ungleich wärmern Körper von gleicher Oberfläche, und in derſelben Entfernung, derſelben genähert hätte. Ich war äußerſt begierig zu unterſuchen, ob nicht vielleicht die animaliſchen Subſtanzen eine viel größere Menge warmmachender (und folglich auch kaltmachender) Strahlen von ſich gäben als andere Subſtanzen, und ob nicht vielleicht ein lebendiges Thier in dieſer Hinſicht mehr zu bewirken vermöge, als ein todtes Thier, wenn auch in Anſehung ihrer beiderſeitigen Temperatur kein Unterſchied Statt fände.

Mein erſtes in Betreff dieſes Gegenſtandes veranſtaltete Experiment, war ſo einfach, daß mich das

Reſultat deſſelben äußerſt überraſchte und die Stelle eines vollſtändigen Beweiſes vertrat.

Ein und zwanzigſtes Experiment.

Ich nahm ein Stück Leder, dergleichen die Goldſchläger gebrauchen, und das bekanntlich aus einer ſehr dünnen Membran beſteht, womit die gröbern Därme des Hornviehes von Innen überzogen ſind. Dieſes Stück Leder feuchtete ich mit Waſſer an und klebte es an den runden Boden eines meiner cylindriſchen horizontalen Gefäße, wo es, als es völlig trocken geworden war, feſt anſchloß. Jetzt füllte ich ſowohl dieſes, als auch das andere mit keiner Bekleidung verſehene Gefäß mit Waſſer, das bis auf 180 Grad heiß war, und brachte nun beide Gefäße zu gleicher Zeit und in gleich weiter Entfernung an die beiden Kugeln des Thermoſkops.

Der Zeiger wurde ſogleich durch die ſtärkere Wirkung des mit Leder bedeckten Gefäßes, eine beträchtliche Strecke weit fortgetrieben, und kehrte nicht eher auf ſeinen vorigen Standpunkt zurück, bis ich dieſes Gefäß fünfmal ſo weit von der Kugel entfernt hatte als das andere Gefäß.

Ich ſchloß daher aus dem Reſultate dieſes inter-

eſſanten Experiments, daß eine animaliſche Subſtanz fünf und zwanzigmal ſo viel warmmachende Strahlen von ſich giebt, als eine polirte Metallfläche von eben der Größe und gleicher Temperatur. *)

*) Bei dieſem ſowohl, als bei allen andern in dieſem Memoire beſchriebenen Experimenten, waren die Kugeln des Thermoſkops ſchwarz; denn ich hatte ſie mit Tuſche beſtrichen, weil ich glaubte, daß dadurch das Inſtrument deſto reizbarer würde. Andere Experimente, die ich ſpäterhin anſtellte, haben mich aber überzeugt, daß ich ſehr übel that, als ich die gedachten Kugeln ſchwarz färbte; und daß das Inſtrument das Maximum ſeiner Reizbarkeit erreicht hat, wenn man ſeine (gläſernen) Kugeln immer rein und ſauber hält, und ſie weder ſchwarz anſtreicht, noch mit irgend einem andern Ueberzuge bekleidet.

Ferner habe ich (was ſich eben ſo leicht hätte vorherſehen laſſen) die Bemerkung gemacht, daß die Verſchiedenheit zwiſchen den Intenſitäten der Strahlungen zweier Körper, wenn ſolche vermittelſt des Thermoſkops beſtimmt werden, allemal größer zu ſeyn ſcheinen, wenn das Thermoſkop weniger reizbar iſt. Vermittelſt eines ſehr empfindlichen Thermoſkops nahm ich wahr, daß bei einerlei Temperatur die Intenſität der Strahlung einer über einem brennenden Wachsſtock ſchwarz angelaufenen Metallfläche, ſich zu

Zwei und zwanzigſtes Experiment.

Als ich die beiden Gefäße, deren ich mich zu dem vorhergehenden Experimente bediente, wieder ausgeleert und ſie mit zerſtoßenem Eis und Waſſer gefüllt hatte, brachte ich ſie von neuem an das Thermoſkop, und zwar in gleich weiter Entfernung von den daran befindlichen Kugeln.

Das Reſultat dieſes Experiments diente mir zur Beſtätigung der Schlußfolge, die ich aus jenem des zwölften Experiments gezogen hatte. Die Bewegung des Zeigers nach der Seite, wo das mit Leder verſehene Gefäß ſtand, zeigte deutlich genug, daß die Strahlen welche von dieſer animaliſchen Subſtanz herrührten, zu Hervorbringung der Kälte weit wirkſamer waren als jene, die aus der unbekleideten Metallfläche hervorkamen.

der Intenſität ihrer Strahlung, als man dieſe nämliche Fläche gereinigt und polirt hatte, wie 4 zu 1 verhielt. Nach einem weniger reizbaren Thermoſkop hingegen, deſſen Kugeln man mit Tuſche beſtrichen hatte, ſchienen ſich dieſe nämlichen Intenſitäten wie 16 zu 1 zu verhalten. Uebrigens glaube ich aus guten Gründen daß ſie ſich wirklich wie 2 zu 1 verhalten, das heißt, wie die Zeiten des durch die vorigen Experimente beſtimmten Kaltwerdens.

Da mir nun das Strahlen kalter Körper zufolge der vorhergehenden Experimente hinlänglich dargethan ſchien, ſo nahm ich mir nunmehr vor, die Entdeckung zu machen, ob die Intenſität der Wirkung kaltmachender Strahlen die aus kalten Körpern entſtehen, oder welches eben ſo viel ſagen will, ob ihre Kraft (bei gleichen Verſchiedenheiten in den Temperaturen) auf die Temperaturen anderer und zwar warmer Körper zu wirken, der Intenſität der Wirkung warmmachender Strahlen, die aus warmen Körpern entſtehen, gleich ſey oder nicht. Um dieſes Problem aufzulöſen, ſtellte ich das folgende eben ſo einfache als entſcheidende Experiment an.

Drei und zwanzigſtes Experiment.

Ich ſtellte das Thermoſkop mitten in einen groſſen ruhigen Saale, deſſen Temperatur 72 Grad Fahrenheit gleich war, auf einen Tiſch, und näherte ſodann einer ſeiner Kugeln bis auf drei Zoll den runden Boden des einen (A) der beiden cylindriſchen Gefäße mit dem ſchrägen Halſe, nachdem ich es zuförderſt mit Eis und Waſſer gefüllt hatte. Mein Gehülfe brachte zu gleicher Zeit auf der entgegengeſetzten Seite des Thermoſkops, und in dem nämlichen Abſtande (von drei Zoll) den Boden des andern, genau

ſo wie das erſtere beſchaffenen Gefäßes (B) an, welches mit warmem Waſſer in der Temperatur von 120 Grad Fahrenheit angefüllt war. Die gegenüber befindliche Kugel des Thermoſkops war durch ſchicklich angebrachte Schirme, ſowohl gegen die Einwirkung der unweit der andern Kugel befindlichen Körper, als auch gegen jeden Einfluß geſchützt, welcher von Seiten der bei dem Experimente gegenwärtigen Perſonen entſtehen konnte.

Man wird aus dieſer Beſchreibung erſehen, daß zu eben der Zeit, in welcher man die eine Kugel vor den Strahlungen der um ſie herum befindlichen Körper ſchützte, die andere Kugel der gleichzeitigen Wirkung zweier Körper bloßgeſtellt war, die einerlei Größe hatten, gleichweit von derſelben entfernt waren, und einander in allen Stücken vollkommen glichen, bis auf den Umſtand daß der eine mit 32 Grad Fahrenheit, um 40 Grad kälter, der andere mit 102 Grad, um 40 Grad wärmer war, als die ſo eben erwähnte Kugel.

Ich konnte mir zufolge des Reſultats der vorhergehenden Experimente leicht vorſtellen, daß dieſe Kugel zu gleicher Zeit von den warmmachenden Strahlen welche die warmen Körper von ſich geben,

daß eine ſo wichtige Thatſache, wie die kaltmachende Strahlung der kalten Körper iſt, ſo viele Jahrhunderte hindurch ganz unbekannt blieb, da doch die warmmachende Strahlung der warmen Körper ſo allgemein bekannt iſt. Wenn wir aber nur ein klein wenig hierüber nachdenken, ſo wird unſere Verwunderung aufhören; denn die Strahlungen, wodurch die Temperaturen der um uns her befindlichen Körper nach und nach verändert und gleich gemacht werden, ſind unſeren Sinnen nicht bemerkbar, es müßte denn ſeyn, daß die Verſchiedenheiten der Temperaturen ſehr auffallend wären. Auch iſt die Einrichtung der Dinge von ſolcher Beſchaffenheit, daß wir zwar oft den warmmachenden Einfluß ſolcher Körper empfinden, die mehrere tauſend Grade (nach dem Thermometer gemeſſen) wärmer ſind, als die mittlere Temperatur unſerer Haut; da wir hingegen nur ſelten in den Fall kommen, die Wirkungen der Strahlung ſolcher Körper aus eigener Erfahrung kennen zu lernen, welche unſere eigene Temperatur an Kälte weit übertreffen. Auch iſt uns kein Mittel bekannt, ſolche Grade von Kälte hervorzubringen, die nur auf entfernteſte Art mit der intenſiven Wärme zu vergleichen ſind, welche vermittelſt des Feuers bewirkt werden kann.

Aus dem Reſultate des ſo eben ausführlich von mir beſchriebenen Experiments, geht deutlich hervor, daß die kaltmachenden Strahlen einer Kanonenkugel (oder jedes anderen maſſiven Körpers) deren Temperatur dem ſchmelzenden Eiſe gleich käme, eben nicht ſtärker auf uns wirken würden, als die warmmachenden Strahlen einer ähnlichen Kugel, deren Temperatur 58 Grade des Reaumurſchen Thermometers betrüge, welches nur 28 Grade mehr ausmacht, als die Temperatur unſerer Haut; und daß hiernächſt eine Kugel von derſelben Temperatur, in welcher das Queckſilber gefriert, vermittelſt ihrer kaltmachenden Strahlen eben nicht ſtärker auf uns wirken würde, als ſolches eine Kugel von der Temperatur des kochenden Waſſers, in derſelben Entfernung wie jene, vermittelſt ihrer warmmachenden Strahlen bewerkſtelligen könnte. Die Strahlungen der Körper ſind aber auch, in den verhältnißmäßig ſo kleinen Intervallen der Temperatur, kaum bemerkbar und man hätte ſie gewiß nie wahrnehmen, noch weniger aber ſchätzen und mit einander vergleichen können, wenn man nicht Inſtrumente, welche viel zarter als unſere Werkzeuge des Gefühls ſind, zu Hülfe genommen hätte.

Aus dieſen Betrachtungen erhellet, warum die

kaltmachenden Strahlungen kalter Körper ſo lange Zeit unbekannt blieben. Baco vermuthete ihr Daſeyn; aber das erſte Experiment, wodurch man daſſelbe ganz außer Zweifel ſetzte, wurde zu Ende des ſiebzehnten Jahrhunderts in Florenz veranſtaltet.

Aeußerſt merkwürdig iſt es, daß die gelehrten Akademiſten, welche dieſes Experiment anſtellten, und es ausdrücklich in der Abſicht anſtellten, die Thatſache, wovon hier die Rede iſt, ganz außer Zweifel zu ſetzen, ſich dergeſtalt von ihren Vorurtheilen in Betreff des Weſens der Wärme verblenden ließen, daß ſie nicht einmal ihren eigenen Augen trauten. Feſt überzeugt, daß die Reflexion und Concentration der Kälte (welche ſie für eine negative Eigenſchaft hielten) unter die unmöglichen Dinge gehöre, machten ſie den Schluß, daß die beobachtete Thatſache von einem während des Experiments vorgefallenem Irrthume herrühre.

Zum Glück für die Erweiterung der Wiſſenſchaften, wurde dieſe Unterſuchung vor etwa zwanzig Jahren vom Profeſſor Pictet aufs neue vorgenommen, und jene intereſſante Thatſache, welche die Akademiſten zu Florenz nicht hatten entdekken wollen, ganz außer Zweifel geſetzt. Aber

auch dieſer ſo aufgeklärte und ſcharfſinnige Naturforſcher hielt die Erſcheinungen einer Reflexion und Concentration der Kälte, die ihm ſeine Experimente vor Augen ſtellten, nicht für reell, und er fand ſich dadurch ganz und gar nicht veranlaßt, die Exiſtenz kaltmachender Ausflüſſe anzunehmen, die von kalten Körpern herrühren, den warmmachenden Ausflüſſen, die von warmen Körpern herrühren und die er ſelbſt die ſtrahlende Wärme zu nennen pflegt, vollkommen gleich ſind. Ueberall ſpricht er von der Reflexion der Kälte, (die durch Hohlſpiegel bewirkt wird) wie von einer bloß ſcheinbaren Wirkung, und bloß auf dieſe Vorausſetzung gründet ſich die Erklärung, welche wir ihm in Betreff des oberwähnten Phänomens zu danken haben.

Wenn man annehmen wollte, daß der Wärmeſtoff (calorique) der neuern Chemiker wirklich exiſtire, und daß die Erhöhung der Temperatur eines Körpers bloß dadurch verurſacht werde, daß dieſe Subſtanz in dem gedachten Körper ſich anhäuft, ſo würde die Reflexion der Kälte nicht nur unmöglich ſeyn, ſondern man würde ſich ſogar durch dieſes Vorgeben lächerlich machen; und wenn auch übrigens der Anſchein noch ſo frappant, noch ſo einleuchtend wäre, ſo würde man doch nie im Stande ſeyn,

die Wirklichkeit der Sache außer Zweifel zu ſetzen. — Doch ich kehre nun wieder zu meinen Experimenten zurück.

Da ich fand, daß die Intenſität der warmmachenden Strahlen, die ein warmer Körper von ſich giebt, großentheils von der Beſchaffenheit der Oberfläche dieſes nämlichen Körpers abhängt; daß, zum Beiſpiel, eine polirte Metallfläche ungleich weniger Strahlen von ſich giebt, als dieſe nämliche Fläche, wenn ich ſie hätte über einem brennenden Wachsſtock ſchwarz anlaufen laſſen, unter derſelben Temperatur darbieten würde; ſo wünſchte ich zu erforſchen, ob nicht die kaltmachenden Strahlen, die aus kalten Körpern ausfließen, auf eben dieſe Weiſe, durch dieſelben Mittel, und dem nämlichen Grade afficirt werden. Zu dem Ende veranſtaltete ich das Experiment Nro. 20, deſſen Reſultat mir zwar manche Veranlaſſung gab, die Schlußfolge zu ziehen, daß dieſelben Subſtanzen, die, wenn ſie warm ſind, die meiſten warmmachenden Strahlen von ſich werfen, eben auch die meiſten kaltmachenden Strahlen von ſich geben, wenn ſie wieder kalt werden. Da jedoch die verhältnißmäßigen Quantitäten dieſer Strahlen vermittelſt dieſes Experiments nicht ſo ganz genau beſtimmt werden können, um dieſe intereſſante Sache

völlig

völlig ins Licht zu ſetzen, ſo nahm ich den äußerſt einfachen Apparat zu Hülfe, welchen ich ſogleich beſchreiben werde.

Vier und zwanzigſtes Experiment.

Der Erfolg des vorhergehenden Experiments (Nro. 23.) hatte mich wahrnehmen laſſen, daß die warmmachenden Ausflüſſe einer runden Scheibe, von polirtem Meſſing, welche drei Zoll im Durchmeſſer hatte, in der Temperatur von 102 Grad Fahrenheit, durch die kaltmachenden Ausflüſſe einer gleich großen Scheibe von demſelben Metall, in der Temperatur von 30 Grad Fahrenheit, völlig ins Gleichgewicht gebracht wurden, als man dieſe Scheibe der erſteren gegenüber hielt; oder, daß die Kugel des Thermoſkops durch die eine eben ſo ſehr erkältet, als durch die andere erwärmt wurde. Ich ließ daher beide Scheiben über einem brennenden Wachsſtock ſchwarz anlaufen, und wiederholte das Experiment.

Ich wußte nach Maaßgabe der vorigen Reſultate, daß die Intenſität der warmmachenden Strahlen die aus der wärmern Scheibe kommen, durch die neue Modifikation der Oberfläche ſtark vermehrt werden würde, und ich ſah mit Gewißheit vorher, daß, wenn die Intenſität der kaltmachenden Strahlen der

kalten Scheibe nicht ganz genau in demſelben Grade verſtärkt würde, dennoch die Kugel des Thermoſkops, welche der gleichzeitigen Wirkung beider Scheiben ausgeſetzt war, unmöglich ihre Temperatur (zu 72 Grad) auf eine permanente Art beibehalten könne.

Das Experiment ließ nicht den mindeſten Zweifel übrig; der Zeiger des Thermoſkops wich nicht von der Stelle, und dieſer Umſtand bewies deutlich genug, daß die Intenſitäten der Strahlungen welche die beiden Scheiben abſchickten, einander noch immer gleich waren.

Wir können hieraus den Schluß machen daß dieſelben Umſtände, welche dem reichhaltigen Ausfluß warmmachender Strahlungen auf der Oberfläche warmer Körper zu ſtatten kommen, auf gleiche Weiſe das kaltmachende Strahlen kalter Körper erleichtern.

Doch es iſt Zeit dieſe Ausflüſſe aus einem ganz neuen Geſichtspunkte zu betrachten. Welche Verſchiedenheit mag wohl zwiſchen den warmmachenden Strahlen und den kaltmachenden Strahlen ſtatt finden? Sind nicht die nämlichen Strahlen bald warmmachende bald kaltmachende Strahlen, je nachdem

der Körper, deſſen Oberfläche ſie berühren, mehr oder weniger kalt iſt, als derjenige von welchem ſie herkommen?

Man denke ſich drei einander vollkommen gleiche Körper A. B. und C., (zum Beiſpiel die Kugeln an drei mit Queckſilber gefüllten Thermometern), die in gleichweiten Entfernungen (von drei Zoll) in einer und derſelben horizontalen Linie von einander abſtehen. A. bezeichne die Temperatur ſchmelzenden Eiſes; B. die von 72 Grad Fahrenheit, und C. die von 102 Grad Fahrenheit. Die Strahlen welche von dem Körper B. herrühren, werden in Bezug auf A. warmmachende und in Bezug auf C. kaltmachende Strahlen ſeyn; auch läßt ſich, nach Maaßgabe der vorhergehenden Experimente für bekannt annehmen, daß ſich dieſelben eben ſo wirkſam erzeigen werden, den Körper A. zu erwärmen als den Körper C. zu kälten.

Wenn irgend eine Art von Ueberzug, womit die Fläche der Kugel des Thermometers B. bekleidet iſt, das Strahlen derſelben vermehrt, ſo hat man alle Urſache zu vermuthen, daß ihre kaltmachende Wirkung auf das Thermometer C. in eben dem Grade verſtärkt worden ſey wie ihre warmmachende Wirkung auf das Thermometer A.

Bevor ich der Experimente erwähne, die in der Abſicht veranſtaltet wurden, die verhältnißmäßigen Quantitäten der Strahlen zu beſtimmen, die unter gleichen Temperaturen von den Oberflächen verſchiedener Subſtanzen, zum Beiſpiel von den Fellen lebendiger Thiere, von lebloſem animaliſchem Stoffe u. ſ. w. ausgeſandt werden, (und wovon ich die umſtändliche Auseinanderſetzung für ein anderes Memoire verſpare), will ich zuförderſt von den Reſultaten einiger Experimente Rechenſchaft geben, die ich in der Abſicht anſtellte, meine Unterſuchungen in Betreff der Strahlungen warmer und kalter Körper noch weiter auszudehnen.

Fünf und zwanzigſtes Experiment.

Die beiden Experimente No. 20. und No. 21. hatten mir gezeigt, daß die animaliſche Subſtanz, deren ich mich zu jenen zwei Verſuchen bediente, (nämlich ein Stück Goldſchlägerhäutchen) überaus viele Strahlungen von ſich gab. Ich deckte das eine meiner großen von Meſſing verfertigten cylindriſchen Gefäße ganz mit der gedachten Subſtanz zu, füllte es mit kochendem Waſſer, und ließ es ſodann in einem großen Zimmer, wo die Luft ganz ruhig und ſtill war, auf die ſchon mehrmals beſchriebene Art kalt werden. Ein anderes Gefäß das jenem

ganz ähnlich, nur mit keiner Umhüllung verſehen war, wurde ebenfalls mit kochendem Waſſer gefüllt, und zur nämlichen Zeit in daſſelbe Zimmer geſtellt um daſelbſt zu erkalten.

Die Temperatur des Zimmers verhielt ſich wie 51½ Grad. Die beiden Apparate bedurften zum Kaltwerden einerlei Intervall von 10 Grad; nämlich von 101½° bis zu 91½° und zwar in folgenden Zeiträumen.

No. 4. bekleidet mit Goldſchlägerhäutchen erkaltete in . . 27½ Minuten.
No. 3. ohne Bekleidung . . 45 —

Sechs und zwanzigſtes Experiment.

Ich begehrte zu wiſſen, ob die animaliſche Umhüllung, welche das Kaltwerden des Apparats No. 4. ſo außerordentlich beſchleunigt hatte, vermittelſt ſeines Einfluſſes das Warmwerden deſſelben in eben dem Verhältniſſe befördern würde. Ich ließ daher die Apparate die Nacht hindurch in dem kalten Zimmer beiſammen ſtehen. Als ich des andern Morgens um halb 8 Uhr wieder hineintrat, fand ich, daß ſich die Temperatur des Waſſers in dem unbekleideten

Apparate (No. 3.) wie 50½°, und in dem mit Goldſchlägerhäutchen bekleideten Apparate wie 49½ verhielt. Die Zimmerluft verhielt ſich wie 48°.

Um halb acht Uhr ſchaffte ich die beiden Apparate in ein geheiztes Zimmer, und beobachtete die Zeiten ihres reſpektiven Warmwerdens, ſo wie man ſie in folgender Tafel verzeichnet findet.

Zeit der Beobachtungen.	Beobachtete Temperatur. No. 3. unbekleidet.	No. 4. bekleidet.	Temperatur des Zimmers.
7 Uhr 30'	50½°	49½°	64°
7 — 45	51½	51½	64½
8 — —	52½	53½	65
8 — 15	53½	54½	—
8 — 30	54½	56	—
8 — 54	55½	57½	—
9 — —	56½	58½	—
9 — 30	57½	60	—
10 — —	58½	61½	—
10 — 30	59½	62½	—
11 — —	60½	63	—
11 — 30	61	53½	64½

Die Reſultate dieſes und mehreter ähnlichen Experimente, zeigten wie mich dünkt, auf die bün-

digſte Art, daß die Subſtanzen, welche die Wärme am ſchnellſten verlieren, zugleich diejenigen ſind, welche dieſelbe am geſchwindeſten wieder annehmen.

Wenn wir vorausſetzen dürfen, daß die Temperaturen der Körper nicht durch die Strahlen welche ſie von ſich geben, ſondern vielmehr durch jene, welche ſie von den in der Nähe befindlichen Körpern empfangen, verändert werden, ſo läßt ſich dieſe Sache freilich ſehr leicht erklären. Allein es iſt wider meine Abſicht mich zu Erläuterung dieſer Phänomen mit Hypotheſen zu beſchäftigen. Ich will daher fortfahren von den Experimenten Rechenſchaft abzulegen, die ich in der Abſicht anſtellte, über dieſen ſo intereſſanten und noch zur Zeit in tiefem Dunkel verborgenen Gegenſtand Licht zu verbreiten.

Da das Kaltwerden eines warmen Körpers in freier Luft ſo außerordentlich ſtark beſchleunigt wird, wenn man die Oberfläche deſſelben mit einer Umhüllung bedeckt, die entweder eine Menge warmmachender Strahlen von ſich giebt, oder von den kaltmachenden Strahlen kälterer Körper von welchen er umgeben iſt, ſtark afficirt wird, ſo kömmt es mir ſehr wahrſcheinlich vor, daß ein verhältnißmäßig kleiner Theil der Wärme, die ein auf die eben erwähnte

Art kalt gewordener Körper verliert, ſich mit der Luft vereint, und daß hingegen ein verhältnißmäßig weit größerer Theil dieſer nämlichen Wärme durch dieſe transparente Flüſſigkeit als warmmachende Strahlen hindurchdringt, ohne ſie jedoch zu erwärmen.

Wenn dieſe Vorausſetzung gegründet wäre, ſo würde uns die Kenntniß dieſer Sache in Stand ſetzen, unter andern merkwürdigen Naturerſcheinungen auch die ſo ganz ungewöhnliche zu erklären, wie es zugeht, daß alle lebendige und athemholende Thiere immer einerlei Temperatur beibehalten, ungeachtet der großen Quantitäten von Wärme die unaufhörlich in ihren Lungen erzeugt wird, und ungeachtet der merklichen Veränderungen die in der Temperatur der Luft vorgehen in welcher ſie leben.

Je größer die Kraft iſt, vermöge welcher ein luftathmendes Thier die Wärme von der Oberfläche ſeines Körpers fortſchicken und auslaſſen kann, ohne daß hierbei jene Wärme, die ihm ohnehin von der umgebenden Luft entzogen wird, mit in Betracht kömmt, deſto weniger wird ſeine Temperatur von den Veränderungen die in der Temperatur der Atmoſphäre vorgehen, afficirt werden, und deſto weniger

wird es zu fürchten haben, daß es unter der ungeheuern Hitze der heißen Himmelsſtriche erliegen müſſe.

Es iſt bekannt daß die Neger, wie überhaupt alle farbige Menſchen ohne Unterſchied, die unter dem heißeſten Himmelsſtriche herrſchende Wärme weit beſſer ertragen können als die Weißen. Iſt es daher nicht wahrſcheinlich, daß ſie vermöge ihrer Farbe die Eigenſchaft beſitzen, warmmachende, Strahlen außerordentlich leicht und in großer Menge von ſich zu geben, und daß ſie dieſem Umſtande hauptſächlich den Vorzug verdanken, welchen ſie in dieſer Hinſicht vor den Weißen haben?

Und wenn es nun, (was ich bloß für wahrſcheinlich halte), wirklich wahr wäre, daß die Körper nicht ſowohl durch die Strahlen welche von ihnen ausgehen, als vielmehr durch jene, die ihnen von andern ſie umgebenden kalten Körpern mitgetheilt werden, erkalten: ſo iſt doch bereits dargethan, daß diejenigen Körper, welche viel warmmachende Strahlen abſchicken, gerade diejenigen ſind, welche von den kaltmachenden Strahlen kalter Körper am ſtärkſten afficirt werden; folglich erhellet hieraus, daß in einem ſehr warmen Klima, wo die Luft und alle ringsumher befindliche Körper

beinahe dieselbe Temperatur haben, wie die menschliche Haut, daß, sage ich, alle Individuen, die vermöge ihrer Farbe dazu geeignet sind, bei der geringsten Veranlassung kalt zu werden, in heißen Ländern am wenigsten zu besorgen haben, daß sie die Anhäufung der Hitze darnieder drücken werde, die in ihrem Innern durch die Wirkung der durch das Athemholen in Bewegung gesetzten Lungen hervorgebracht wird.

Folgende Experimente zweckten darauf ab, über diesen wichtigen Punkt Licht zu verbreiten.

Sieben und zwanzigstes Experiment.

Ich bekleidete den Boden eines jeden meiner cylindrischen mit schrägen Röhren versehenen Gefäße mit einem Stück Goldschlägerhäutchen, strich sodann diese animalischen Umhüllungen mit Tusche schwarz an, und als ich die beiden Gefäße mit kochendem Wasser gefüllt hatte, brachte ich sie in gleich weiten Entfernungen in die Nähe der beiden Kugeln des Thermoskops.

In demselben Nu wurde der Zeiger durch die stärkere Einwirkung der Strahlen, die aus der

Oberfläche des ſchwarz angeſtrichenen Häutchens hervorkamen, von ſeiner Stelle vertrieben.

Ich wiederholte dieſes Experiment in verſchiedenen Temperaturen, und nahm allemal wahr, daß der warmmachende Einfluß der ſchwarzen Oberfläche, den Einfluß der anderen Fläche welche nicht ſchwarz war, überwog.

Wiewohl ich nun dafür hielt, daß die Sache von welcher die Rede hier iſt, vermittelſt dieſes Experiments genugſam erwieſen ſey, ſo war ich denn doch der Meinung, daß es bei einer ſo äußerſt wichtigen Unterſuchung nothwendig ſey, mit meinen Experimenten einige Veränderungen vorzunehmen, um zu noch überzeugendern Reſultaten zu gelangen.

Acht und zwanzigſtes Experiment.

Nachdem ich meine zwei großen Gefäße No. 3. und No. 4. mit Goldſchlägerhäutchen überdeckt hatte, färbte ich das eine derſelben mit Tuſche ſchwarz, füllte hierauf das eine wie das andere mit kochendem Waſſer, und ließ ſie, unter Beobachtung der bereits zum öftern erwähnten Vorſichtsregeln, kalt werden.

Das ſchwarz bemalte Gefäß No. 4. vollendete

sein Kaltwerden in dem gewöhnlichen Intervall von 10 Grad, in 3 St von 23½ Minute, da hingegen das mit No. 3. bezeichnete, welches nicht schwarz angestrichen war, hiezu 28 Minuten bedurfte.

Diese Resultate bedürfen keiner weiteren Erläuterung, und ich stelle es lediglich den Naturforschern und Physiologen anheim, zu bestimmen, welche Vortheile man aus der Kenntniß dieser Thatsachen ziehen kann, um nach Anleitung derselben solche Maaßregeln zu ergreifen, die darauf abzwecken, die Europäer, welche Berufswegen unter einem heißen Himmelsstriche leben müssen, bei guter Gesundheit zu erhalten. Ich für meine Person sage weiter nichts, als daß ich, wenn dies mit mir der Fall wäre, meine Haut zuverlässig schwarz färben, oder doch wenigstens, wenn ich mich im Schatten befände, besonders des Nachts, ein schwarzes Hemd anziehen würde, um die Erfahrung zu machen, ob es mir mit Beihülfe dieser Mittel nicht gelingen würde, mich vor den Unbequemlichkeiten und Gefahren des Klimas zu sichern.

Einige wilde Volksstämme, welche sich in sehr kalten Weltgegenden aufhalten, pflegen ihren Körper mit Oel zu bestreichen, wodurch ihr Körper eine

Art von Glanz bekömmt, weil die Lichtſtrahlen, welche ihre Haut berühren, ſtärker abprallen. Sollten nicht die kaltmachenden Strahlen, vermittelſt dieſer Procedur ebenfalls abgeleitet werden?

Wenn dies wirklich der Fall wäre, ſo würden wir, anſtatt dieſe armen Geſchöpfe wegen ihrer Anhänglichkeit an einen eben ſo ekelhaften als dem Anſcheine nach unnützen Gebrauch zu verachten, vielmehr Urſache haben über Einſichten zu erſtaunen, oder vielmehr die ſchützende Vorſehung dafür zu ſegnen, daß ſie den Trieb in ſie pflanzte, dasjenige, was zu ihrem Beſten gereicht, willig und gern in Ausübung zu bringen.

Die Hottentotten beſchmieren ihre Körper auf eine Art, die noch weit ekelhafter iſt. Sie glauben überaus ſchön geſchmückt zu ſeyn, wenn ſie mit einer Schicht Fett, die mit Unflat vermiſcht iſt, bedeckt ſind. Wie, wenn ſie durch dieſen Anſtrich in Stand geſetzt würden, die außerordentliche Hitze ihres Klimas ertragen zu können? Einige Experimente, die ich in dieſer Hinſicht angeſtellt habe und worüber ich mich bei einer anderen Gelegenheit näher erklären werde, laſſen mich vermuthen, daß dieſer Gebrauch den Hottentotten dieſelben Vortheile gewährt, welche

die Natur den Neger vermittelſt ihrer ſchwarzen Farbe verſchafft.

Ich darf wohl vorausſetzen, daß man mir nicht zutrauen werde, als wenn ich in vollem Ernſt zur Abſicht hätte, civiliſirten Nationen die unſauberen Gebräuche jener Wilden anzupreißen. Im Gegentheile war ich von jeher der Meinung, die Reinlichkeit ſey mit der Geſundheit, ſogar mit der Wohlfahrt des Menſchen ſo unzertrennlich vereinbart, daß ich mir ohne dieſelbe keinen wahren Lebensgenuß denken kann. Eben ſo gewiß bin ich aber auch überzeugt, daß uns die Vortheile, welche ſich die Wilden durch dieſe nämlichen Gebräuche verſchaffen, auf dieſelben Reſultate leiten würden, wenn wir gewiſſe Vorkehrungen träfen, die mit den, in Anſehung der Reinlichkeit bei uns üblichen Gebräuchen beſſer übereinſtimmten. Eine vollſtändige Kenntniß der Art und Weiſe, wie die Wärme und die Kälte erzeugt werden, könnte uns in Stand ſetzen, jene Wirkungen auf eine ſolche Art hervor zu bringen, die ihres Entzwecks gewiß nicht verfehlen würde. Auch würde uns eine genauere Unterſuchung der Naturerſcheinungen, welche ſich täglich vor unſeren Augen ereignen, zu mancherlei nützlichen Kenntniſſen verhelfen.

Wenn es wahr iſt, daß die ſchwarze Farbe den

Neger für die kleine Anzahl kaltmachender Strahlen, die ſelbſt unter einem heißen Klima von Zeit zu Zeit auf ihn wirken, nicht nur empfänglicher macht, ſondern ihn zugleich auch in Stand ſetzt, die außerordentliche Hitze, welche unter dem heißen Erdgürtel herrſcht, ertragen zu können, ſo fragt ſich, wie es zugeht, daß er in ſeinem nackten Zuſtande nicht unter den brennend heißen Strahlen erliegt, welche die Sonne ſenkrecht auf ihn herabſchickt.

Leute, die den Neger unter einem heißen Himmelsſtriche mutternackt den Sonnenſtrahlen ausgeſetzt ſahen, werden bemerkt haben, daß ſeine Haut unter dieſen Umſtänden allemal ſtark glänzt. Dies rührt von einer ölichten Materie her, die alsdann aus ſeinen Schweißlöchern hervortritt und die dadurch bewirkte Glätte ſeiner Haut verurſacht, daß die warmmachenden Strahlen der Sonne von derſelben abprallen.

Wenn die Wärme ſtärker zunimmt, ſo tritt auf der Oberfläche der Haut der Schweiß hervor; alsdenn vereint ſich die kaltmachende Wirkung des Ausdünſtens, mit jener des Abprallens, welches aus der ſo eben angegebenen Urſache noch ſtärker von ſtatten geht, und der Neger wird dadurch um ſo mehr erquickt.

Wenn nun die Sonne ſich unter dem Horizonte verbirgt, ſo verſchwindet der Schweiß, die dichte Materie ſogar, welche die Oberfläche der Haut bedeckte, tritt wieder in die inneren Theile zurück, und die Epidermis bleibt in einem Zuſtande, wodurch das Eindringen der ſchwachen kaltmachenden Strahlen, die von den in der Nähe befindlichen Körpern herrühren, außerordentlich erleichtert wird. Doch, hier iſt der Ort nicht, wo ich mich über dergleichen Spekulationen ausführlicher erklären kann.

Ich will nunmehro einige Experimente beſchreiben, die ich in der Abſicht anſtellte, meine Unterſuchungen über die Strahlungen kalter Körper fortzuſetzen.

Als ich wahrgenommen hatte, daß meine Thermoſkopé durch das Strahlen kalter Körper, ſelbſt in beträchtlicher Ferne und ohne daß die Strömungen der Luft hiebei den mindeſten Einfluß hatten, merklich gereizt wurden, ſo wünſchte ich zu erforſchen, ob das Kaltwerden eines warmen Körpers durch dieſe Strahlungen merklich erleichtert werde, oder nicht.

Neun und zwanzigſtes Experiment.

Ich ließ mir zwei kegelförmige Gefäße von dünn geſchlagenem Meſſing machen, die an den unteren Thei-

Theilen vier Zoll im Durchmeſſer hatten, vier Zoll lang waren, und nach obenzu einen cylindriſchen Hals von 0.88 Zoll im Durchmeſſer und vier Zoll Länge, bildeten. Jedes dieſer Gefäße that ich in einen Cylinder von dünner, mit Goldpapier überzogenen Pappe, und umhüllte ſie dergeſtalt mit Kaninchenfellen, daß nicht ein einziger Theil dieſer Gefäße, ausgenommen an flachen Boden, von der Luft berührt werden konnte. Hierauf bedeckte ich dieſe Böden mit Goldſchlägerhäutchen, die ich zuvor mit Tuſche ſchwarz angeſtrichen hatte.

Nun hieng ich dieſe beiden Gefäße ſenkrecht an die beiden einander entgegengeſetzten Enden eines hölzernen Trägers, und ſtellte darunter ein zinnernes Becken, das von Innen über einem brennenden Wachsſtocke ſchwarz angelaufen war. Das eine wie das andere dieſer Becken hatte ſechs Zoll im Durchmeſſer und ruhte auf einem anderen nicht gar tiefen Gefäße von Fayence, deſſen Durchmeſſer zwölftehalb Zoll betrug. Das letztere Gefäß ſtand auf einem runden hölzernen Träger, welcher zehen Zoll im Durchmeſſer hatte.

Auf jedes dieſer zinnernen Becken, oder vielmehr dieſer Schüſſeln, legte man einen Bogen ſtar-

les Zeichenpapier, welches rund geſchnitten war und in der Mitte ein rundes Loch hatte, von etwa ſechs Zoll im Durchmeſſer. Dieſes Papier vertrat die Stelle eines durchlöcherten Deckels.

Nach der verhältnißmäßigen Anordnung der verſchiedenen Theile des Apparats, betrug die Höhe in welcher die Oberfläche eines jeden der gedachten Becken von dem Fußboden abſtand, gerade vierzig Zoll aus, und der Boden der meſſingenen Gefäße, welche ſenkrecht über den Becken hiengen, war gerade vier Zoll von der Oberfläche derſelben entfernt.

Das eine der gedachten Becken hatte die Temperatur des Zimmers (63 Grad Fahrenheit); das andere erhielt man, ſo lange das Experiment dauerte, in der Temperatur des ſchmelzenden Eiſes und zwar einer gewiſſen Quantität zerſtoßenen Eiſes, das mit Waſſer vermiſcht war und womit man das Gefäß von Fayençe gefüllt hatte, worin das zinnerne Becken ſtak.

Jedes der gedachten Becken hatte genau die Tiefe eines Zolls, und zwar von dem äußerſten Theile des Randes an, bis herab auf die obere Fläche ſeines platten Bodens. Dieſer Boden hatte ungefähr acht Zoll im Durchmeſſer.

Man füllte die beiden kegelförmigen Gefäße mit kochendem Waſſer und gab genau auf die Zeiten Acht, welche ſie nöthig hatten, um zu erkalten.

Man wird aus der Beſchreibung des Apparats erſehen haben, daß das über dem Eiſe hängende Gefäß, weder von einer Strömung der kalten Luft berührt werden konnte, die von dieſem nämlichen Eiſe herrührte, noch von dem Kaltwerden, welches daſſelbe in den Wänden des aus Fayence beſtehenden Gefäßes verurſachte, worin es enthalten war. Dieſe Luft, die in eben dem Nu, wo ſie erkaltete, ſpecifiſch ſchwerer wurde, fieng nun an, ſich gegen den Fußboden herabzuſenken, und die kalt gewordene Luft in der Schüſſel mußte darin beiſammen bleiben, da dieſelbe nicht durch das rund geſchnittene Papier konnte, welches man in der Abſicht darüber gedeckt hatte, damit ſie nicht etwa durch die wellenförmigen Bewegungen der in dem Zimmer befindlichen Luft, ebenfalls in Bewegung geſetzt wurde. Auch hatte man das Zimmer ſo ſorgfältig verwahrt, daß ſogar die Fenſterladen zugemacht waren und nicht eher geöffnet wurden, bis es darum zu thun war nach den Thermometern zu ſehen, die in den kegelförmigen Gefäßen ſteckten.

Um nun aber den Boden der gedachten Gefäße vor die wellenförmigen Bewegungen der Zimmerluft, die vielleicht in Betreff des Kaltwerdens einige Irregularität verurſacht hätten, noch beſſer zu verwahren, hatte man den Boden mit einer cylinderförmigen Umhüllung von feinem Papier verſehen, die einen Zoll breit über die Fläche des mehr erwähnten Bodens hinaus gieng. Dieſe Umhüllungen ſchloſſen an den Cylinder von Pappe, womit man die kegelförmigen Gefäße bekleidet hatte, feſt an und das Ganze war mit den oben erwähnten Kaninchenfellen bedeckt. Auch hatte man noch überdies den Raum zwiſchen der kegelförmigen Wand der Gefäße und dem Cylinder von Pappe, welcher dieſe nämlichen Wände umgab, mit Eiderdun ausgefüllt, damit die Wärme der Seitenwände beſſer beiſammen blieb, und die untere Fläche vor den Einflüſſen, welche verhältnißmäßig auf das Kaltwerden Bezug haben konnten, ſo viel wie möglich geſchützt würde.

Das Reſultat dieſes Experiments, entſprach ganz der Erwartung. Das kegelförmige Gefäß, welches über dem mit Eis gefüllten Becken hieng, vollendete ſein Kaltwerden in dem gewöhnlichen Intervall von 10 Grad (nämlich zwiſchen dem fünfzigſten und vierzigſten Grade über der Temperatur der

Zimmerluft) in 33 Minuten und 42 Sekunden, da, hingegen das andere Gefäß, deſſen Temperatur ſich nicht über die einer durch Eis kalt gemachten Fläche erſtreckte, 39 Minuten und 15 Sekunden nöthig hatte, um während deſſelben Intervalls zu erkalten.

Dreißigſtes Experiment.

Als ich dieſes Experiment des anderen Tages wiederholt und die Temperatur der Zimmerluft auf 63 Grad ſtand, verhielten ſich die Zeiten des Kaltwerdens in demſelben Intervall der Temperatur folgendermaaßen:

Das Gefäß, welches über dem Eiſe hieng erkaltete in = = = =	33′ 15″
Das andere Gefäß, über dem Becken, in derſelben Temperatur wie die Zimmerluft, erkaltete in = =	39′ 30″

Aus dieſen mit möglichſter Sorgfalt veranſtalteten Experimenten erhellet, daß kalte Körper auf die warmen Körper von fern wirken und dazu beitragen, die Temperatur dieſer letzteren allmählich herab zu ſtimmen.

Eben ſo deutlich wird man, wenn man ſonſt nur genau auf dieſen Gegenſtand Acht giebt, bemer-

ſen, daß das Kaltwerden des Gefäßes, welches über dem kalt gewordenen Becken hieng, im Grunde betrachtet, vermittelſt der kaltmachenden Strahlen, die aus demſelben hervorkamen, weit mehr beſchleunigt wurde, als der Unterſchied der mit einander verglichenen Zeiten des Kaltwerdens anzuzeigen ſcheint, wenn man hiebei weiter keinen anderen Umſtand mit in Anſchlag bringt.

Dieſe Zeiten ſtehen offenbar mit der Geſchwindigkeit des Kaltwerdens im entgegengeſetzten Verhältniſſe; da jedoch nicht alle während dieſer Experimente verloren gegangene Wärme bloß durch den Boden der Gefäße drang, und da hiernächſt die Strahlen, welche von der erkalteten Oberfläche herrührten, nur auf den Boden des über derſelben hängenden Gefäßes fielen, ohne daß ſie übrigens einigen Einfluß auf die Seitenwände des Gefäßes hatten, ſo war die Geſchwindigkeit, in welcher die Wärme durch dieſe Seitenwände drang, bei beiden Gefäßen gleich. Mithin konnte es nicht anders ſeyn, als daß der Apparat, deſſen Erkaltung langſamer von ſtatten gegangen war, d. i. derjenige, welcher nicht über dem Eiſe hieng, nach Verhältniß dieſes beſonderen Umſtandes, einen größeren Theil ſeiner Wärme durch die Seitenwände, und folglich einen

kleineren Theil durch den Boden verloren haben mußte.

Das Kaltwerden dieſer Apparate iſt ein weit verwickelter Prozeß, als es beim erſten Blicke ſcheint. Es erfordert daher einige Erläuterungen.

Da die beiden Gefäße einander in jedem Betracht gleich ſind, und gleich ſtarke Quantitäten Waſſer von einerlei Temperatur enthalten, ſo müſſen auch die abſoluten Quantitäten der Wärme, die ſowohl das eine als auch das andere verloren hat, bei einerlei Grad des Kaltwerdens, einander gleich ſeyn.

Wenn man nun dieſe Quantität mit a, jene Quantität hingegen, welche durch die umhüllten Seitenwände des Gefäßes drang, welches während ſeines in dem Intervall von 10 Grad erfolgten Kaltwerdens über dem Eiſe aufgehangen war, mit x, und die Quantität, welche während der Zeit, in welcher ſich das andere Gefäß einer ähnlichen Quantität entlud, durch deſſen Seitenwände drang, mit y bezeichnet, ſo muß ſich die Quantität der Wärme, welche durch den Boden des über dem Eiſe hängenden Gefäßes während der Zeit drang, die es nöthig hatte, um in dem mehrerwähnten Intervall wieder kalt zu

werden, genau ſo wie a — x verhalten haben; und auf eben die Art muß ſich die Wärme, welche durch den Boden des andern Gefäßes während der Zeit entwich, binnen welcher daſſelbe bis auf eine gewiſſe Anzahl Grade erkaltete, wie a — y verhalten.

Da jedoch die Geſchwindigkeit, mit welcher die Wärme durch die Seitenwände drang, bei beiden Apparaten gleich groß war, ſo müſſen ſich die Quantitäten der Wärme, welche auf dieſem Wege davon eilten, genau ſo zu einander verhalten haben, wie die Zeiten des Kaltwerdens. Mit dieſen Zeiten hatte es während des letztern Experiments (No. 30.) folgende Bewandniß:

Aus dem Gefäße, das über dem Eiſe hieng, entwich die Wärme in . . 33′ 15″ = 1995″

Aus dem andern Gefäße entwich dieſelbe in . . 39′ 30″ = 2370″

Alſo, x : y = 1995 : 2370

Folglich behält man $x = \frac{1995}{2370} y = 0.84177\ y$.

Wenn man nun annimmt, der Werth des x ſey = 0. 84177 y, ſo müſſen ſich die Quantitäten der Wärme, die während des gedachten Experiments (No. 30.) durch den Boden der beiden Gefäße dran-

gen, für das über dem Eiſe hängende Gefäß wie a — o. 84177 y, und für das andere Gefäß wie a — y verhalten haben.

Da nun y viel größer iſt als o. 4177 y, ſo iſt auch a — o. 4177 y viel größer als a — y, oder mit andern Worten, die Quantität der Wärme, welche durch den Boden des Gefäßes drang, das am geſchwindeſten erkaltete, war größer als jene, die durch den Boden des andern Gefäßes entwich. Hieraus erſieht man, daß die Wirkung der kaltmachenden Strahlen, welche von der kalten Oberfläche herrührten, während der mehr erwähnten Experimente weit ſtärker war als es das Anſehen hatte, ſo lange man dieſelbe bloß nach der Zeit des Kaltwerdens ſchätzte.

Wenn man genau beſtimmen will, um wie viel das Kaltwerden durch die Gegenwart des kalten Körpers beſchleunigt wurde, ſo muß man vorher auszumitteln ſuchen, wie viel Wärme, während der mehrerwähnten Experimente, durch den Boden der beiden Gefäße wirklich hindurch drang. Wir wollen dies dadurch zu bewirken ſuchen, daß wir die Reſultate derſelben mit jenen einiger anderer Experimente von derſelben Beſchaffenheit, mit einander vergleichen.

Während des Experiments No. 28. hatte ein cylindriſches Gefäß von dünn geſchlagenem Meſſing, von vier Zoll im Durchmeſſer und vier Zoll Höhe, das mit ſchwarz angeſtrichenen Goldſchlägerblättchen bedeckt war, nachdem man es mit kochendem Waſſer gefüllt und zum Kaltwerden in ein großes Zimmer geſtellt hatte, 23½ Minute Zeit nöthig, bis ſich ſeine Temperatur vom fünfzigſten bis zum vierzigſten Grade über der Temperatur der äußern Luft herabließ.

Die Quantität der Fläche dieſes an die kalte Luft geſtellten Gefäßes betrug 74. 5581 Quadratzoll, ohne die Röhre, welche man mit Pelzwerk umwickelt hatte.

Die Fläche, welche man in den mit den kegelförmigen Gefäßen vorgenommenen Experimenten an der freien Luft bloßgeſtellt hatte, das heißt, die äußere Fläche des Bodens eines jeden dieſer Gefäße, verhielt ſich wie 4 x 3,14159 = 12. 4263 Quadratzoll.

Da die Durchmeſſer und die Höhen der kegelförmigen und cylindriſchen Gefäße einander verhältnißmäßig gleich waren, ſo mußte ſich ihr Raumesinhalt wie 1 zu 3 verhalten, und die Quantitäten der Wär-

me, welche ſie während des Kaltwerdens verloren, mußten mit dieſem Raumesinhalte in gleichem Verhältniſſe ſtehen.

Wenn nun das cylindriſche Gefäß eine Quantität = 3 in 23½ Minuten verloren hatte, ſo hätte demſelben eine Quantität = 1 (und gerade ſo viel hatte das kegelförmige Gefäß verloren), in dem dritten Theile dieſer Zeit, d. h. in ſieben Minuten und 50 Sekunden entgehen müſſen.

Allein die Quantität der Fläche, die während des mit dem cylindriſchen Gefäße vorgenommenen Experiments der Luft bloßgeſtellt war, verhielt ſich zu jener, die während des mit dem kegelförmigen Gefäße angeſtellten Experiments, der Luft ebenfalls ausgeſetzt war, wie 74. 5581 zu 12. 4263, oder wie 6 zu 1.

Da nun die Zeit, binnen welcher eine gewiſſe Quantität Wärme aus einem gutverwahrten Gefäße, in einem daſſelbe umgebenden flüſſigen Mittel entweicht, alles übrige abgerechnet, ſich gerade umgekehrt wie die Fläche deſſelben Gefäßes verhält: ſo folgt, daß, wenn eine Quantität Wärme = 1 in Zeit von ſieben Minuten und fünfzig Sekunden aus

dem cylindriſchen Gefäße entweichen konnte, dieſelbe ſechsmal ſo viel Zeit, oder 47 Minuten gebraucht haben würde, um aus dem kegelförmigen Gefäße, durch deſſen flachen Boden zu entweichen, wobei jedoch vorauszuſetzen iſt, daß keine Wärme durch die bedeckten Wände des Gefäßes drang.

Wenn daher alle Wärme welche das kegelförmige Gefäß verlor, 47 Minuten Zeit nöthig gehabt hätte, um durch den Boden des gedachten Gefäßes zu dringen, ſo liegt deutlich am Tage, daß die Quantität, welche während des mehrerwähnten Experiments (No. 30.) wirklich durch jene Oberfläche entwichen war, ſich zu der Totalſumme des Verluſts nicht anders verhalten konnte, wie 39½ zu 47.

Nehmen wir nun eine gewiſſe Zahl, z. B. 10,000 an, um vermittelſt derſelben die ganze Quantität Wärme zu bezeichnen, die während des Experiments verloren gieng, ſo können wir hiernach den Theil der Wärme beſtimmen, welcher durch den Boden des kegelförmigen Gefäßes drang, und folglich auch jenen Theil, der durch deſſen umhüllte Wände entwich.

Wenn die ganze Quantität Wärme, = 10,000

ſieben und vierzig Minuten Zeit brauchte, um durch den Boden des Gefäßes zu dringen, ſo konnte die, welche wirklich in 39½ Min. = a — y hindurch drang, nicht mehr als 8404 betragen; den 47′ : 10,000 = 39½ : 8404. Der übrige Theil der Wärme, = 10,000 — 8404 = 1396 = y, muß durch die Seitenwände des Gefäßes entwichen ſeyn.

Und wenn eine Quantität Wärme = 1396 neun und dreißig und eine halbe Minute Zeit brauchte, um durch die umhüllten Wände des einen kegelförmigen Gefäßes zu dringen, ſo kann die Quantität, welche in 33½ Minuten durch die Wände des andern drang, nicht über 1175 betragen haben, und der übrige Theil welcher während des Experiments wirklich verſchwand, und ſich wie 10,000 — 1175 = 8826 = a — x verhielt, muß durch den Boden des Gefäßes entkommen ſeyn.

Hieraus erhellet, daß die Quantität Wärme, welche wirklich durch den Boden des kegelförmigen, über dem Eiſe hängenden Gefäßes in 33½ Minuten entwich, ſich zu jener, die in 39½ Minuten durch den Boden des andern Gefäßes hindurch drang, ſich zu 8825 zu 8404 verhielt, und daß folglich die Geſchwindigkeit, mit welcher die Wärme durch den Bo-

den des Gefäßes davon eilte, welches den von der Oberfläche der kalt gewordenen Schüssel herrührenden kaltmachenden Strahlen ausgesetzt war, sich zu der Geschwindigkeit, mit welcher sie durch den Boden des andern Gefäßes entwich, wie 8825 zu 8404 und wie 39½ zu 33¼, oder wie 10,000 zu 8025; d. i. beinahe so wie 5 zu 4, verhielt.

Aus diesen Experimenten und Berechnungen scheint mir nun hervorzugehen, daß das Kaltwerden des warmen Körpers, der über dem vermittelst des Eises kalt gemachten Becken hieng, durch die Nähe des kalten Körpers auf eine merkliche, sogar fühlbare Weise, beschleunigt wurde. Sollten wir nicht noch weiter gehen und behaupten dürfen, daß dies die kaltmachenden Strahlen bewirkten, die aus dem gedachten Körper ausflossen?

Außer den hier beschriebenen Experimenten, habe ich auch noch mehrere andere veranstaltet, und immer dieselben Resultate erhalten. Sie umständlich zu beschreiben ist hier der Ort nicht; in der Folge werde ich vielleicht Gelegenheit finden, wieder auf diesen Punkt zu kommen.

Da während der beiden letztern Experimente die

beiden kegelförmigen Gefäße ſenkrecht aufgehangen und ringsum mit einem Cylinder von Papier umgeben waren, der einen halben Zoll breit über die horizontale Fläche ihres Bodens hervorragte, ſo konnte die Luft, welche dieſen nämlichen Boden berührte, und da ſie hier einen ſtärkern Grad von Wärme annahm, ſpecifiſch leichter wurde, nicht nach oben zu in die Atmoſphäre verfliegen, weil dies das Papier worin ſie enthalten war, verhinderte. Es iſt nicht im mindeſten zu bezweifeln, daß die Zeit des Kaltwerdens durch dieſen Umſtand merklich verlängert wurde; denn da man alle Urſache zu glauben hat, daß die Art und Weiſe, wie die Wärme in der Luft von oben nach unten, von einer Partikel dieſer Flüſſigkeit zur andern ſich fortpflanzt, entweder ſchlechterdings unmöglich iſt, oder doch ſo langſam von ſtatten geht, daß dadurch keine merkliche Veränderung bewirkt wird, auch noch überdem der Boden der Gefäße von neuen unmittelbar auf einander folgenden Partikeln kalter Luft nicht berührt werden konnte, ſo verſteht ſich von ſelbſt, daß die Flüſſigkeit auf dieſe Art während der mehrerwähnten Experimente nur ſehr wenig Wärme mit fortnahm.

Um zu erforſchen, wie viel eigentlich die Quantität der auf dieſe Art mitgetheilten Wärme betrüge,

wenn immer neue auf einander folgende Luftpartikeln jene Fläche frei und ungehindert berührten, veranſtaltete ich das folgende Experiment.

Ein und dreißigſtes Experiment.

Man hieng, vier und vierzig Zoll hoch über dem Fußboden zwei kegelförmige Gefäße, (die ich von nun an, des Unterſchieds wegen, No. 5. und No. 6. nennen werde), in freier Luft auf. Man füllte dieſelben mit Waſſer und ließ ſie erkalten, nachdem man zuförderſt die Becken, ihre Träger u. ſ. w. weggethan hatte.

Das Gefäß No. 5. wurde ſenkrecht, d. i. auf eine ſolche Art aufgehangen, daß der Boden deſſelben wie zuvor, eine horizontale Richtung behielt; die Achſe des Gefäßes No. 6. hingegen neigte man unter einem Winkel, der mit der Horizontalfläche einen Winkel von 45 Grad bildete, und folglich der flache Boden des gedachten Gefäßes unter demſelben Winkel ſich neigte. Dieſer Richtung zufolge, konnte die Luft, welche durch die Berührung der geneigten Ebene erwärmt worden war, von unten nach oben zu frei und ungehindert entweichen und andern Luftpartikeln Platz machen, die, nachdem ſie erwärmt waren, auf dieſelbe Weiſe davon eilten,

wel-

welches immer ſo fortdauerte. Man hatte Grund zu vermuthen, daß bei ſo bewandten Umſtänden der warme Körper der äußeren Luft unmittelbar ſo viel Wärme, als nur irgend möglich wäre, mittheilen, und daß dieſe Anordnung dazu beitragen wurde, das Kaltwerden des Gefäßes zu beſchleunigen.

Zwiſchen dem Kaltwerden dieſes Gefäßes und des mit No. 5. bezeichneten, welches man ſenkrecht aufgehangen hatte, fand zwar in dieſer Hinſicht eine gewiſſe Verſchiedenheit ſtatt, die aber nicht gar beträchtlich war. Dies zeigt wenn ich nicht irre, daß die Quantität Wärme, welche der Luft von einem Körper, welcher in dieſer Flüſſigkeit erkaltet, unmittelbar mitgetheilt, in Vergleichung mit jener welche durch die Strahlung verfliegt, verhältnißmäſſig gering iſt.

Das Gefäß No. 5. erkaltete von den zehn gewöhnlichen Graden ſeiner Temperatur in 38¼ Minuten, und das inklinirte Gefäß No. 6. in 37¼ Minute.

Man wird auch, ohne mein Erinnern bemerken, daß das Gefäß No. 5., während dieſes Experiments ein wenig geſchwinder als in den beiden vorhergehenden (No. 29. und 30.) erkaltete, wo man

es über das meſſingene Becken gehangen hatte, welches, (wenigſtens zu Anfang des Experiments) dieſelbe Temperatur hatte wie die Zimmerluft. Das gedachte Becken war von den warmmachenden Strahlen, die vom Boden des Gefäßes emporſtiegen, ein wenig erwärmt worden, vielleicht aber noch mehr vermittelſt der durchlöcherten Papierſcheibe, womit man daſſelbe bedeckt hatte. Dies war zugleich die Urſache, weswegen der kaltmachende Einfluß dieſer Körper ſich weniger erzeugte, die Temperatur des Gefäßes zu vermindern, und eben dadurch mußte das Kaltwerden deſſelben um ſo mehr verzögert werden.

Bei einem der vorhergehenden Experimente hatte der Apparat ſein Kaltwerden, nach dem gewöhnlichen Intervall (von 10 Grad) in 39½ Minuten, während des anderen in 39¼ Min. und während des letzteren bloß in 38½ Min. vollendet.

Wenn man (was mir eben nicht unwahrſcheinlich vorkömmt) vorausſetzt, daß, wo nicht alle, doch beinahe alle verloren gegangene Wärme, durch das Inſtrument Nro. 5. in die Luft ſtrahlte, ſo läßt ſich hiernach beſtimmen, welche Quantität Wärme, die das Inſtrument Nro. 6. verlor, der Luft mit-

dem letzteren Experimente mein Augenmerk gerichtet hatte, war der, zu entdecken, ob das Kaltwerden eines warmen Körpers in freier Luft, durch die größere oder mindere Entfernung von anderen ihn umgebenden Körpern, merklich beſchleunigt, oder nicht beſchleunigt werde, wenn dieſe Körper mit der Luft in einerlei Temperatur ſtehen. Da nun die Vergleichung des durch dieſes Experiments erhaltenen Reſultats, mit jenen der beiden vorhergehenden Experimente, ſo offenbar zeigte, daß das Erkalten des kegelförmigen Gefäßes durch die Nähe des zinnernen Beckens, über welchem man es aufgehangen hatte, verzögert worden war, ſo wurde ich hierdurch veranlaßt, dieſe Experimente, mit einigen Abänderungen, zu wiederholen.

Jene Unterſuchungen kamen mir um ſo wichtiger vor, da es das Anſehen hatte, als würden ſie mir Gelegenheit verſchaffen, eine der Urſachen zu entdecken, wovon eigentlich die Wärme der Subſtanzen herrührt, deren man ſich zu Kleidungsſtücken bedient.

Zwei und dreißigſtes Experiment.

Ich ſtellte das zinnerne Becken wieder wie zuvor, unter die kegelförmigen Gefäße, aber nun

Wenn nun die ganze Wärme, welche aus dem Boden des Inſtruments Nro. 5. durch die Luft ſtrahlte und kein vernünftiger Grund zu der Vorausſetzung vorhanden iſt, daß eine kleinere Quantität auf dieſelbe Art durch den Boden des Inſtruments Nro. 6. drang, ſo erhellet von ſelbſt, daß das Letztere, nur allein durch die Strahlung eine Quantität Wärme = 9597 verlor;

denn $38'\frac{1}{2} : 9,919 = 37'\frac{1}{2} : 9,597$.

Und wenn außer der Totalſumme der Wärme, die durch den Boden des kegelförmigen Inſtruments Nro. 6. = 9954 drang, auch noch eine Quantität = 9597 unter der Geſtalt warmmachender Strahlen in die Luft gieng, ſo kann nur der Ueberreſt, den wir zu 357 Theilchen annehmen wollen, der Luft durch die Berührung mitgetheilt worden ſeyn.

Hieraus folgt demnach, daß wenn ein warmer Körper in freier Luft erkaltet, dieſe denſelben umgebende Flüſſigkeit nur $\frac{1}{27}$ der verloren gegangenen Wärme erlangt; denn 357 : 9597 verhält ſich, wo nicht ganz, doch beinahe wie 1 zu 27. Doch dies mag für jetzt in Betreff dieſes Gegenſtandes genug ſeyn.

Einer von den Gegenſtänden, worauf ich bei

dem letzteren Experimente mein Augenmerk gerichtet hatte, war der, zu entdecken, ob das Kaltwerden eines warmen Körpers in freier Luft, durch die größere oder mindere Entfernung von anderen ihn umgebenden Körpern, merklich beſchleunigt, oder nicht beſchleunigt werde, wenn dieſe Körper mit der Luft in einerlei Temperatur ſtehen. Da nun die Vergleichung des durch dieſes Experiments erhaltenen Reſultats, mit jenen der beiden vorhergehenden Experimente, ſo offenbar zeigte, daß das Erkalten des kegelförmigen Gefäßes durch die Nähe des zinnernen Beckens, über welchem man es aufgehangen hatte, verzögert worden war, ſo wurde ich hierdurch veranlaßt, dieſe Experimente, mit einigen Abänderungen, zu wiederholen.

Jene Unterſuchungen kamen mir um ſo wichtiger vor, da es das Anſehen hatte, als würden ſie mir Gelegenheit verſchaffen, eine der Urſachen zu entdecken, wovon eigentlich die Wärme der Subſtanzen herrührt, deren man ſich zu Kleidungsſtücken bedient.

Zwei und dreißigſtes Experiment.

Ich ſtellte das zinnerne Becken wieder wie zuvor, unter die kegelförmigen Gefäße, aber nur

in einer Entfernung von drei Zoll. Das Becken unter Nro. 5, hatte die Temperatur der Zimmerluft (62°); das andere, unter Nro. 6, erhielt man in der Temperatur des Gefrierpunktes und zwar vermittelſt einer Miſchung von Waſſer und Eis, die in dem Gefäße von Fayence enthalten war, auf welches man dieſes Becken geſtellt hatte.

Die Zeiten des Kaltwerdens der Gefäße (für die bewußten 10 Grad) verhielten ſich unter dieſen Verhältniſſen folgendermaaßen:

Nro. 5.	=	=	40¾ Min.
Nro. 6.	=	=	33¼ Min.

Drei und dreißigſtes Experiment.

Ich wiederholte dieſes Experiment und zwar ſo, daß ich den kegelförmigen Gefäßen, die unter denſelben ſtehenden Becken noch näher brachte und ſelbige für diesmal nur zwei Zoll weit von ihnen abſtanden. Die Papierſcheiben, welche in der Mitte ein rundes Loch hatten, lagen auf den Becken an gehöriger Stelle. Man wird ſich erinnern, daß das erwähnte Loch nicht weniger als ſechs Zoll im Durchmeſſer hatte und daß folglich ein beträchtlicher Theil vom flachen Boden des Beckens den Boden des über

Wenn wir, zum Beiſpiel vorausſetzen, daß die hohlen und dünnen Kugeln, in welche wir den warmen Körper verſchließen, aus polirtem Metall beſtehen, ſo wird das Erkalten allemal langſamer erfolgen, wenn dieſes Metall ſchwarz angelaufen iſt. Dieſe Folgerung wird uns Veranlaſſung geben, etwas zu vermuthen, das vielleicht wirklichen Grund hat; nämlich, daß die Wärme einer Subſtanz, deren man ſich zur Kleidung bedient, oder die Kraft, wodurch dieſelbe verhindert, daß unſer Körper nicht durch den Einfluß (die kaltmachenden Strahlen) der ihn umgebenden kalten Körper erkaltet, großentheils von dem Umſtande abhängt, daß ihre Oberfläche glatt iſt.

Wenn man die Subſtanzen, wodurch unſer Körper, wenn man ihn damit bekleidet, am ſtärkſten erwärmt wird, z. B. Pelzwerk, Federn, Seide und dergl. durch das Mikroſkop betrachtet, ſo wird man finden, daß die Oberflächen derſelben außerordentlich glatt, und daß, alles andere abgerechnet, gerade diejenigen die wärmſten ſind, die aus dem dünnſten Zellgewebe, oder aus glatten, in gehöriger Weite von einander entfernten Fibern beſtehen.

Die feinen weißen Haſenbälge, aus Rußland,

tes Gefäß zu ſeyn, eine Kugel geweſen wäre und man dieſe Kugel über dem Mittelpunkt einer hohlen, größeren, dünnen Kugel, aufgehangen hätte, die zu Anfang des Experiments mit der Luft und den Wänden des Zimmers in gleicher Temperatur ſtand, daß ſodann, ſage ich, das Kaltwerden des warmen Körpers, vermittelſt der Wände der hohlen Kugel, auf eben die Art verzögert worden wäre, wie das Kaltwerden des kegelförmigen Gefäßes Nro. 5. während der vorhergehenden Experimente verzögert wurde, und wenn man den warmen Körper, anſtatt denſelben in der Mitte einer einzigen hohlen Kugel von einer gewiſſen Dicke zu verwahren, in den gemeinſchaftlichen Mittelpunkt mehrerer ungleich dünnerer concentriſchen Kugeln gebracht hätte, ſo würde dadurch das Kaltwerden unfehlbar noch länger verzögert worden ſeyn.

Wenn man über die verſchiedenen Operationen, welche in Bezug auf das Kaltwerden des warmen Körpers, während jenes imaginären Experiments ſtatt gehabt hätten, noch weiter nachdenken will, ſo wird man zugleich die Beſchaffenheit derjenigen kennen lernen, welche wirklich ſtatt finden, wenn das Erkalten vermittelſt einer der ſogenannten warmen Umhüllungen verzögert wird.

Wenn wir, zum Beiſpiel vorausſetzen, daß die hohlen und dünnen Kugeln, in welche wir den warmen Körper verſchließen, aus polirtem Metall beſtehen, ſo wird das Erkalten allemal langſamer erfolgen, wenn dieſes Metall ſchwarz angelaufen iſt. Dieſe Folgerung wird uns Veranlaſſung geben, etwas zu vermuthen, das vielleicht wirklichen Grund hat; nämlich, daß die Wärme einer Subſtanz, deren man ſich zur Kleidung bedient, oder die Kraft, wodurch dieſelbe verhindert, daß unſer Körper nicht durch den Einfluß (die kaltmachenden Strahlen) der ihn umgebenden kalten Körper erkaltet, großentheils von dem Umſtande abhängt, daß ihre Oberfläche glatt iſt.

Wenn man die Subſtanzen, wodurch unſer Körper, wenn man ihn damit bekleidet, am ſtärkſten erwärmt wird, z. B. Pelzwerk, Federn, Seide und dergl. durch das Mikroſkop betrachtet, ſo wird man finden, daß die Oberflächen derſelben außerordentlich glatt, und daß, alles andere abgerechnet, gerade diejenigen die wärmſten ſind, die aus dem dünnſten Zellgewebe, oder aus glatten, in gehöriger Weite von einander entfernten Fibern beſtehen.

Die feinen weißen Haſenbälge, aus Rußland,

halten ungleich wärmer, als gröberes Pelzwerk; und die feine Seide, ſo wie ſie der Seidenwurm ſpinnt, theilt ebenfalls, wie ich aus eigener Erfahrung weiß, dem Körper weit mehr Wärme mit, als wenn dieſe nämliche Seide gedreht iſt und aus gröbern Fäden beſteht. (Man leſe die Beſchreibung meiner in Betreff der Wärme angeſtellten Experimente, im achten meiner im Druck erſchienenen Verſuche.)

Ehedem war ich der Meinung, daß die Wärme, der natürlichen Bekleidungen ſowohl, als auch der erkünſtelten, größtentheils von dem Hinderniß abhange, welches dieſe Subſtanzen den Bewegungen der Luft entgegenſtellen, von welcher der warme Körper umgeben iſt; bei genauerer Unterſuchung ward ich aber überzeugt, daß die Wirkſamkeit der Strahlung während dieſer Operation weit größer iſt, als ich anfangs geglaubt hatte.

Das Experiment Nro. 31. könnte uns auf die Vermuthung leiten, daß nur ein ſehr kleiner Theil der Wärme, die ein warmer Körper, wenn er in freier Luft erkaltet, zu verlieren ſcheint, dieſer Flüſſigkeit wirklich mitgetheilt werde, und daß hingegen ein weit beträchtlicherer Theil in andere ihn umge-

hende Körper, ſelbſt in einiger Entfernung übergehe; auch hatte ſich wirklich der Fall ereignet, daß, während eines meiner früheren Experimente, ein warmer Körper ſelbſt in Torricelli's luftleeren Raum erkaltete. (S. meine Verſuche über die Wärme, den 71ſten Band der Philoſ. Transakt. und meinen achten Verſuch.)

Dieſe Unterſuchungen intereſſirten mich um ſo mehr, da ich ſchon ſeit langer Zeit überzeugt war, daß dies die einzige Klaſſe von Experimenten iſt, wodurch die in Betreff der Schwingungen (vibrations) angenommene Hypotheſe geſtützt oder geſtürzt werden kann, da aus denſelben hervorgeht, wie und auf welche Art die Temperaturen der Körper in verſchiedenen Entfernungen gegenſeitig afficirt werden.

Wenn ich von der Wärme als von einer Sache rede, die der Luft unmittelbar von einem warmen Körper mitgetheilt wird, der in dieſer Flüſſigkeit erkaltet, ſo will ich damit bloß ſo viel ſagen, daß die Wärme nicht zuerſt den umgebenden Körpern, und dann durch dieſe den Luftpartikeln mitgetheilt wird, die mit ihnen einerlei Berührungspunkt haben; übrigens will ich gar nicht in Abrede ſtellen, daß ein großer Theil der Wärme, die einem

Körper entgeht, der im Freien erkaltet, dieſer Flüſſigkeit zuletzt auf die gedachte Art mitgetheilt werde.

Ich bin weit entfernt, vorausſetzen zu wollen, daß die Luftpartikeln, welche, wenn ſie einen warmen Körper berühren, durch die Wirkung dieſer ſo nahen Nachbarſchaft erwärmt werden, die Wärme auf eine ganz andere Art empfangen, als andere Körper, die weiter von denſelben entfernt ſind. Wenn der Fall eintritt, daß die Wärme durch den Einfluß warmmachender Strahlen, oder durch wellenförmige Bewegungen, die von dem warmen Körper herrühren, erregt oder hervorgebracht wird, ſo bin ich feſt überzeugt, daß dieſelbe in vorliegendem Falle auf dieſelbe Art erregt werden muß, wie in jedem anderen.

Die Urſache, weswegen die Luftpartikel welche den warmen Körper unmittelbar berührt, erwärmt wird, andere Partikeln hingegen von den warmmachenden Strahlen, die aus dem warmen Körper hervorkommen und zur nämlichen Zeit an jenen vorüberſtreichen, nicht afficirt werden, iſt meines Erachtens dieſe, daß die erwärmte Partikel ſich auf der Oberfläche der Flüſſigkeit (der Luft) befindet,

d. i. in einer Region, wo dieſe Strahlen entweder abprallen oder ſich brechen, oder eingeſogen werden; wenn nun aber ein Strahl einmal über die Oberfläche einer durchſichtigen Flüſſigkeit hinaus iſt, bringt er, ohne von dieſer Flüſſigkeit afficirt zu werden, und folglich auch ohne ſie ſelbſt zu afficiren, ſo lange in ſchnurgerader Richtung immer weiter vorwärts, bis er entweder die Gränzen der Mitte erreicht oder an die Oberfläche eines andern Körpers gelangt.

Wenn dieſe durch die Strahlung bewirkte Mittheilung, oder vielmehr Erzeugung der Wärme und der Kälte, gegründet iſt, ſo läßt ſich das, was man die Nichtleitungskraft durchſichtiger Flüſſigkeiten nennt, in Bezug auf die Wärme gar leicht erklären; denn, im Fall ſie wirklich auf die oben beſchriebene Weiſe erregt oder mitgetheilt wird, ſo liegt deutlich am Tage, daß eine vollkommen durchſichtige Flüſſigkeit die Wärme ſonſt nirgends annehmen kann, als nur auf ihrer Oberfläche, und daß folglich die Wärme ſchlechterdings nicht im Stande iſt, ſich in einer ſolchen Flüſſigkeit von einer Partikel zur andern immer weiter fortzupflanzen.

Unter einer durchſichtigen Flüſſigkeit ver-

ſtehe ich eine ſolche, die den Strahlen warmer und kalter Körper freien Durchgang geſtattet, ohne daß die Intenſitäten derſelben vermindert werden.

Ich will zwar keineswegs behaupten, daß es unter den uns bekannten Flüſſigkeiten welche giebt, die vollkommen durchſichtig ſind; indeß hat man Urſache zu glauben, daß die Luft, reines Waſſer, und die meiſten Flüſſigkeiten, welche das Licht durchgehen laſſen, die Eigenſchaft der Durchſichtigkeit in Hinſicht der kaltmachenden und warmmachenden Strahlen in vorzüglichem Grade beſitzen, d. i. ſie frei und ungehindert durchlaſſen.

Man hat wahrgenommen, daß eine ebene und glatte Oberfläche das Abprallen der Lichtſtrahlen auſſerordentlich erleichterte. Sollte dieſer Umſtand nicht auch in allen andern Fällen dazu beitragen, das Abprallen der warmmachenden und kaltmachenden Strahlen ebenfalls zu erleichtern?

Als man die großen cylindriſchen Gefäße, während der mit denſelben vorgenommenen Experimente, ohne Umhüllung in freier Luft kalt werden ließ, waren ihre Oberflächen polirt, und ſie brachten ziemlich lange zu, bevor ſie völlig erkalteten; als aber

dieſe nämliche Oberfläche ſchwarz angelaufen, oder ſonſt mit einem fremdartigen Stoffe bekleidet war, gieng die Erkaltung viel ſchneller von ſtatten.

Im erſtern Falle ließ die polirte Fläche des metallenen Gefäßes einen großen Theil der kaltmachenden Strahlen, die aus den ſie umgebenden kalten Körpern hervorkamen, abprallen; im zweiten Falle ward der größere Theil derſelben von ihr eingeſogen.

Wenn ein großer Waſſertropfen, ohne zu verdunſten auf einem glühenden Eiſen fortrollt, ſo iſt die äußere Fläche dieſes Tropfens glatt, und da die warmmachenden Strahlen des Metalls größtentheils abprallen, ſo wird das Waſſer ungeachtet der außerordentlichen Intenſität der Hitze des Eiſens, und der großen Nähe des gedachten Tropfens nur wenig erwärmt.

Wenn das Eiſen minder warm iſt, ſo dringt das Waſſer in die Poren des Oxyds, welches das Metall bedeckt, — der Tropfe verliert ſeine glatte Oberfläche — wird ſogleich erhitzt — und verdunſtet in eben dem Nu.

Wenn man einen Waſſertropfen auf die reine

und glatte Fläche eines Metalls bringt, das nicht ſo leicht zu oxydiren iſt, wie das Eiſen, ſo wird derſelbe ſeine runde Form und glatte Fläche unter einer geringern Temperatur als ſolches auf dem Eiſen geſchehen würde, beibehalten, folglich wird er weniger ſtark erhitzt ſeyn, und ſich bei einem mäßigen Grade von Wärme nicht ſo leicht in Dunſt auflöſen.

Wenn man einen großen Waſſertropfen in einen reinen ſilbernen Löffel thut, welcher zwar ſo heiß iſt, daß, wenn man den naßgemachten Finger daran hält, ein ſtarkes Ziſchen entſteht, deſſen Temperatur aber die des glühenden Metalls weit übertrifft, ſo wird dieſer Waſſertropfen geraume Zeit der Wärme widerſtehen; läßt man aber den Löffel bis zur Temperatur des kochenden Waſſers erkalten, ſo wird der Waſſertropfen welchen man hineinfallen läßt, augenblicklich verdunſten.

Dieſe Experimente ſcheinen anzuzeigen, daß die Luft, wenn ihre Temperatur einen hohen Grad erreicht, zu ſtark von den Metallen angezogen wird, als daß ein Waſſertropfen nicht im Stande ſeyn ſollte, vermittelſt ſeiner Schwere die Schicht dieſer elaſtiſchen Flüſſigkeit, welche ſich an die Metallfläche auf welcher ſie ruhet, angefangen hat, von ihrem

Platze

Platze zu verdrängen. Bei geringern Temperaturen findet jedoch dieſe Adhäſion in einem ſo hohen Grade nicht ſtatt.

Folgendes Experiment wird vielleicht über dieſen Gegenſtand einiges Licht verbreiten. Ich veranſtaltete daſſelbe vor einigen Monaten in der Abſicht, die Urſache zu erforſchen, warum das Verdunſten der Waſſertropfen, welche man auf heißes Metall fallen läßt, ſo langſam von ſtatten geht.

Vier und dreißigſtes Experiment.

Ich ließ einen ſilbernen Löffel über einem brennenden Wachsſtock von innen ſchwarz anlaufen, that ſodann einen Waſſertropfen hinein, und ſah, wie ich es erwartet hatte, daß derſelbe eine runde Form annahm, und ohne den Löffel naß zu machen, darin hin und her rollte.

Hierauf hielt ich den Löffel über einem brennenden Wachsſtock, um zu verſuchen, ob ich nicht den Waſſertropfen ſiedend heiß machen könne. Dies gelang mir aber nicht, denn der Löffel wurde ſo heiß, daß er mich, ob ich ihn gleich ſtark mit leinenen Lappen umwickelt hatte, an die Finger brannte, und jedesmal ein heftiges Ziſchen entſtand, wenn ich ihn

an einer entblößten Stelle mit dem naß gemachten Finger anrührte. Ungeachtet dieſer hohen Temperatur verhielt ſich das im Löffel befindliche Waſſer ganz ruhig und verdunſtete nicht.

Nach mancherlei fruchtloſen Verſuchen, den Tropfen bis zum Kochen zu erhitzen, goß ich denſelben auf den Ballen meiner Hand. Er war heiß, aber er brannte nicht.

Als ich den Löffel lange genug mit Beihülfe einer Kneipzange über die Flamme des Wachsſtocks gehalten hatte, ſahe ich daß der Tropfen nach und nach kleiner wurde, und ſeine Geſtalt änderte. Anfänglich war dieſelbe rund und glänzend, jetzt wurde ſie nach und nach länglicht und matt, und als der Tropfen endlich ganz verdunſtete, ließ er ein hartes Häutchen zurück, welches offenbar aus kleinen Theilchen einer ſchwarzen Materie beſtand, die ſich nach und nach an die Oberfläche deſſelben angehangen hatten, und allem Vermuthen nach nicht wenig dazu beigetragen haben mochten, ihn zu erhitzen und in Dunſt aufzulöſen.

Der Umſtand, daß der Tropfen ſeine Geſtalt änderte, beſonders aber daß er nach und nach ſeinen

Glanz verlor, brachte mich auf die Vermuthung, daß während des Experiments eine gänzliche Umwälzung (un mouvement de rotation) mit ihm vorgegangen ſey. Da ich jedoch nicht das mindeſte davon wahrgenommen hatte, ſo ſchloß ich hieraus, daß dieſe Umwälzung, wenn ſie wirklich ſtatt gehabt hatte, entweder ſehr langſam oder außerordentlich ſchnell bewirkt worden ſey.

Hier folgt nun ein anderes kleines Experiment, das ich oft in der Abſicht wiederholte, meinen Freunden die Zeit zu verkürzen, und das für den Naturforſcher nicht ganz ohne Intereſſe ſeyn wird.

Fünf und dreißigſtes Experiment.

Wenn man einen großen Waſſertropfen, bloß vermittelſt der Adhäſionskraft, an das eine Ende eines hölzernen Stäbchen (z. B. von Weidenholz) hängt, das ungefähr ſo groß wie ein Schwefelhölzchen iſt, und dieſen Tropfen behende in die helle und reine Flamme eines erſt kurz zuvor abgeputzten Lichtes hält, ſo wird man wahrnehmen, daß dieſer Tropfen ziemlich lange mitten in der Flamme unverändert bleibt, und dem Anſehen nach nicht im mindeſten von der Hitze afficirt wird. Nimmt man ihn hernach wieder heraus, ſo wird man finden, daß er,

nach dem Gefühle zu urtheilen, nichts weniger als heiß iſt.

Wenn man ihn während einer beſtimmten Zeitdauer in die Flamme hält, ſo wird ſich zwar nach und nach ſein Umfang vermindern, doch hat man Urſache zu glauben, daß ihm die Wärme welche er erlangt, nicht ſowohl durch die Flamme, von welcher er umgeben iſt, ſondern vielmehr von dem Holze mitgetheilt wird, an welchem er hängt. Dieſes Holz wird nach und nach warm und fängt endlich an zu brennen, ehe noch der Tropfen völlig verdunſtet.

Noch muß ich hier anmerken, daß es, meiner Einſicht nach, äußerſt ſchwer ſeyn dürfte, auch nur ein einziges der eben erwähnten Reſultate mit der Hypotheſe zu vereinbaren, welche die neuern Chemiker in Betreff der Materialität der Wärme annehmen.

Da ich aus eigner Erfahrung weiß, welche Schwierigkeiten damit verbunden ſind, wenn man die Myſterien der Natur enthüllen und die Triebfedern, deren ſie ſich bei ihren geheimen Wirkungen bedient, der Welt vor Augen legen will; und da ich hiernächſt nur allzu gut weiß, welcher Gefahr man

ſich ausſetzt, wenn man ſich an eine irrige Theorie bindet, und wie thöricht man handelt, wenn man ſich und andern mit nichtigen Spekulationen die Zeit verdirbt; ſo war mir von jeher weit mehr daran gelegen, den Menſchen zu zeigen, wie ſie die Wiſſenſchaften zu ihrem Nutzen anwenden können, als daß ich mich beſtrebt hätte, wahrſcheinliche Theorien zu erfinden, um gewiſſe Naturerſcheinungen zu erklären, die oft mehr dazu beitragen, uns irre zu leiten, als auf den rechten Weg zu führen.

Indeß kann der Liebhaber phyſikaliſcher Wiſſenſchaften zuweilen allerdings in den Fall kommen, daß er, wenn auch noch ſo ungern, ein allgemeines Lehrſyſtem entweder aufſtellen oder wenigſtens annehmen muß, um die merkwürdigen Thatſachen, die er von Zeit zu Zeit wahrnimmt, gehörig an einander zu reihen, und ſich deſſelben bei ſeinen anderweitigen Unterſuchungen zum Leitfaden zu bedienen.

Auch ich befinde mich dermalen im nämlichen Falle, und muß daher dieſe Geſellſchaft ſo lange um Aufmerkſamkeit, beſonders aber um Nachſicht erſuchen, als ich mich damit beſchäftigen werde, meine Vermuthung über das Weſen der Wärme, beſonders aber über die Art und Weiſe, wie dieſelbe ſich entwikkelt und fortpflanzt, ins Licht zu ſetzen.

Die Ausdrücke, warm und kalt, ſo wie ſchnell und langſam, bezeichnen bloß relative Begriffe; und ſo wenig Bewegung und Ruhe Bezug auf einander haben, oder auf irgend eine Art mit einander in Verhältniß ſtehen, eben ſo wenig findet dergleichen zwiſchen einem gewiſſen Grade der Wärme und der abſoluten Kälte, d. i. einer gänzlichen Entfernung der Wärme ſtatt. Hieraus erhellet, daß alle Verſuche die man in der Abſicht anſtellte, den abſoluten Froſtpunkt auf der Skale des Thermometers zu beſtimmen, weiter nichts als Täuſchungen ſind.

Mir kömmt es wahrſcheinlich vor, daß Bewegung zu den weſentlichen Eigenſchaften der Materie gehört, und daß in der ganzen Natur gar kein Ruheſtand ſtatt findet.

Wir wiſſen mehr als zu wohl, daß alle Körper die in die Sinne fallen, in immerwährender Bewegung ſind; und eine Menge gewöhnlicher Naturerſcheinungen ſcheint anzuzeigen, daß die Beſtandtheile aller und jeder Körper überhaupt, unter ſich ſelbſt unaufhörlich bewegt werden, und daß dieſe Bewegungen einer Vermehrung oder Vermindes

rung fähig ſind, woraus ſodann die Wärme, oder die Temperatur der Körper entſteht.

Die einzigen (uns mit Gewißheit bekannten) Wirkungen, die ein Körper in dem andern hervorbringen kann, beſtehen entweder in einer Veränderung der Geſchwindigkeit, oder in einer Veränderung der Richtung, oder in beiden zugleich.

Wir nehmen zwar wahr, daß gewiſſe Körper die Kraft beſitzen, auf andere Körper in einer gewiſſen Entfernung zu wirken; dies dient aber keineswegs zum Beweiſe, daß dergleichen Wirkungen von jenen, die aus der Colliſion entſtehen, weſentlich verſchieden ſind. Denn, man darf nur einen elaſtiſchen Körper zwiſchen diejenigen, die auf einander wirken, einſchieben, und er wird ſogleich zum Vehikel dienen, wodurch ſie einander dieſe Wirkung mittheilen; ſo bald aber dieſe Wirkung ihre Endſchaft erreicht, und die daraus entſpringenden Folgen vorüber ſind, wird das gedachte Vehikel ſich wieder in demſelben Zuſtande befinden, wie zu der Zeit wo die Wirkung ihren Anfang nahm.

Wenn eine Glocke, oder ſonſt ein maſſiver Körper der vollkommen elaſtiſch iſt, in eine voll-

kommen elaſtiſche Flüſſigkeit verſetzt, und von andern eben ſo elaſtiſchen dichten Körpern umgeben iſt, ſo werden ſich die Vibrationen dieſer Glocke, wenn man an dieſelbe ſchlägt und ſie zu vibriren beginnt, vermittelſt der wellenförmigen Bewegungen oder Pulſationen, welche ſie in der elaſtiſchen Flüſſigkeit verurſachen, auch auf andere dichte und elaſtiſche Körper erſtrecken, von welchen ſie umgeben iſt.

Wenn nun dieſe dichten Körper ohnehin ſchon vibrirten, und zwar mit eben der Geſchwindigkeit, wie die Vibrationen, welche der Schlag an die Glocke verurſacht, ſo würden ſich die wellenförmigen Bewegungen, welche vermittelſt der gedachten Glocke in der elaſtiſchen Flüſſigkeit bewirkt werden, in Anſehung der Geſchwindigkeit, oder der Menge der in den benachbarten Körpern verurſachten Vibrationen, weder vermehren noch vermindern, ſo wie hinwiederum die vermittelſt der Vibrationen dieſer Körper verurſachten wellenförmigen Bewegungen, ebenfalls nicht das geringſte dazu beitragen würden, die Vibrationen der Glocke zu beſchleunigen oder zu verzögern. Wenn hingegen die Vibrationen dieſer letztern ſtärker und häufiger wären, als die der benachbarten Körper, ſo würden die dadurch in der elaſtiſchen Flüſſigkeit verurſachten wellenförmigen Bewegungen un-

fehlbar dazu beitragen, daß die Vibrationen dieſer Körper an Geſchwindigkeit zunähmen, ſo wie hingegen auf der andern Seite die durch die langſamern Vibrationen der benachbarten Körper verurſachten Bewegungen jene der Glocke verzögern würden, und ſowohl dieſe letztern als auch die in der Nähe derſelben befindlichen Körper, würden ununterbrochen ſo lange auf einander wirken, bis die Vibrationen der einen, vermöge dieſer gegenſeitigen Wirkung, allmählig beſchleunigt, und die Vibrationen der andern in eben dem Verhältniſſe verzögert würden, ſo daß ſie zuletzt ſammt und ſonders einerlei Ton annehmen müßten.

Nun wollen wir einmal annehmen, die Wärme beſtehe bloß aus den Bewegungen, die in den Beſtandtheilen eines Körpers vorgehen (eine uralte Hypotheſe, die mir von jeher ſehr wahrſcheinlich vorgekommen iſt). Denken wir uns an die Stelle der Glocke einen warmen Körper, ſo werden während der Erkaltung deſſelben mehrere auf einander folgende Wirkungen und Gegenwirkungen ſtatt finden, die genau ſo beſchaffen ſind wie die, welche wir ſo eben beſchrieben haben.

Die ſchnell auf einander folgenden wellenförmi-

ſcheint es mir auf jedem Fall vernünftiger zu ſeyn, wenn man dieſelbe den in ihrem Innern verborgenen immer regſamen Kräften, den Bewegungen, welche unaufhörlich in ihren Beſtandtheilen vorgehen, zuſchreibt, als wenn man den Grund hievon in ihrem Mangel an Kraft ſucht, oder in ihrem ganz gleichgültigen Verhalten gegen Bewegung und Ruhe.

Gegen dieſes Syſtem in Betreff einer im Innern der Körper unaufhörlich fortdauernden Bewegung läßt ſich keineswegs der Einwurf machen, als wenn bei ſo bewandten Umſtänden die Theilchen der Körper nicht genugſamen Spielraum hätten; denn, wir haben hinlängliche Urſache zu vermuthen, daß, wenn es auch wirklich, (was noch immer ſehr zu bezweifeln iſt), dichte unzertheilbare Partikeln giebt, dieſe Partikeln nach Verhältniß des Raums, welchen ſie einnehmen, ſo klein ſeyn müſſen, daß zwiſchen ihnen für alle mögliche Arten von Bewegungen hinlänglicher Platz iſt.

Wie aber auch übrigens das Weſen, oder die Geſchwindigkeit und die Richtung dieſer Bewegungen beſchaffen ſeyn mögen, ſo können ſie denn doch, ſo lange nicht die Theilchen, welche einen dichten Körper ausmachen, einander verlaſſen und ſich von den

verschiedenen Systemen, zu welchen sie gehören (und mit welchen sie nach den allgemeinen Gesetzen der Schwere unzertrennlich vereinbart sind,) ganz absondern, um in den unermeßlichen leeren Raum zu entweichen, wodurch jedes der gedachten Systeme ihre Begränzung erhält, (ein Fall, der, so lange die uns bekannten Gesetze der Natur bestehen, unmöglich eintreten kann), so können sage ich, diese Bewegungen denn doch in den Partikeln eines Körpers nicht die mindeste Veränderung bewirken; sowohl was die Form, als auch das äußere Ansehen dieses Körpers betrifft.

Wenn nun aber die Bewegungen der Bestandtheile eines dichten Körpers nach Maaßgabe der Wirkungen, oder der Strahlungen anderer benachbarten oder entfernten Körper, vermehrt oder vermindert werden, so kann eine solche Naturerscheinung schlechterdings nicht statt finden, ohne in dem gedachten Körper eine sichtbare Veränderung hervor zu bringen.

Wenn die Bewegungen unter den Theilchen eines Körpers vermindert werden, so läßt sich vernünftiger Weise hieraus schließen, daß die Entfernungen (elongations) der Partikeln kleiner wer-

den, und daß folglich der ganze Körper an ſeinem Volumen verliert.

Wenn aber die Bewegung dieſer Theilchen vermehrt würde, ſo könnten wir hieraus a priori ſchließen, daß das Volumen des Körpers mehr ausgedehnt werden würde.

Es fehlt uns zwar an hinlänglichen Angaben, um uns von der Beſchaffenheit der Veränderung, die mit einem dichten Körper, der geſchmolzen wird, vorgeht, klare und deutliche Begriffe zu machen; da jedoch das Schmelzen eine Wirkung der Hitze, d. i. eine (von außen hinzukommende) Verſtärkung der nämlichen Wirkung iſt, von welcher die Ausdehnung herrührt, ſo folgt, daß, wenn dieſe Wirkung von einer Vermehrung der im Innern dieſes Körpers vorgegangenen Bewegungen veranlaßt wird, dieſe nämliche Vermehrung zugleich auch die Form dieſes Körpers verändert und ihn aus einem dichten in einen flüſſigen verwandelt haben müſſe.

Während der Zeit und gerade ſo lange, als die Partikeln, welche einen feſten Körper ausmachen und ſich auf deſſen Oberfläche befinden, in ihren Bewegungen einander nicht wechſelſeitig über-

treffen, muß dieſer Körper natürlicher Weiſe ſeine Form beibehalten, dieſe Vibrationen mögen übrigens ſo ſchnell ſeyn, als ſie nur immer wollen; wenn aber dieſe Bewegung dergeſtalt zunimmt, daß die gedachten Theilchen nicht mehr in ihren Gränzen bleiben können, dann wird die regelmäßige Vertheilung, welche ſie während der Kryſtalliſirung angenommen haben, nach und nach zerſtört, die kleinen Theilchen, welche ſonach von der dichten Maſſe losgeriſſen werden, bilden neue von einander unabhängige Syſteme und aus der ganzen Maſſe entſteht eine Flüſſigkeit.

Die Figuren, welche die Theilchen einer Flüſſigkeit in ihrem Kreislaufe beſchreiben, mögen beſchaffen ſeyn wie ſie nur wollen, ſo bleiben doch die mittleren Entfernungen dieſer Partikeln ſo ziemlich dieſelben, wie damals, als ſie noch ein Ganzes ausmachten. Dies läßt ſich aus der unbedeutenden Veränderung ſchließen, die in der ſpecifiſchen Schwere eines flüſſig gewordenen Körpers, der zuvor ein feſter Körper war, vorgeht; und wenn man vorausſetzt, daß ihre Bewegungen denſelben Geſetzen unterworfen ſind, nach welchen ſich das Sonnenſyſtem richten muß, ſo folgt, daß die additionelle Bewegung, welche ſie annehmen mußten, um in flüſſiger

Geſtalt zu erſcheinen, ſchlechterdings nicht verloren gehen kann, ſondern fortdauernd bei dieſer Flüſſigkeit bleiben und wieder zum Vorſchein kommen muß, ſo bald die Flüſſigkeit ihre Form verändert und wieder hart wird.

Es iſt bekannt, daß eine gewiſſe Quantität Wärme dazu erforderlich iſt, einen harten Körper zu ſchmelzen, und daß dieſe Quantität verſchwindet, oder vielmehr verſteckter Weiſe bei der entſtandenen Flüſſigkeit verbleibt und nachher, wenn die Flüſſigkeit gerinnt, wieder zum Vorſchein kömmt.

Bevor ich mich jedoch in dieſe abſtrakten Betrachtungen noch tiefer hinein wage, will ich zuförderſt einen Verſuch machen, einige Folgerungen aufzuſuchen, welche nothwendig aus den Strahlungen warmer und kalter Körper entſtehen müſſen, wenn man vorausſetzt, daß dieſe Strahlungen wirklich exiſtiren und gewiſſen Geſetzen unterworfen ſind.

Fürs erſte iſt es entſchiedene Wahrheit, daß ſich die Intenſität der Strahlen, die ein glänzender Körper in ein vollkommen transparentes Mittel abſchickt, ſich zu dieſem Punkte gerade umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen verhält.

Und

Und wenn man (was mir vollkommen erwieſen zu ſeyn ſcheint) vorausſetzt, daß die Intenſität der kaltmachenden oder warmmachenden Strahlen, welche die Körper in ein vollkommen transparentes Mittel ſenden, demſelben Naturgeſetze unterworfen iſt, ſo können wir hiernach beſtimmen, welche Wirkungen unumgänglich aus dem größern oder mindern Raume, oder aus dem geringen Umfange eines beſchränkten Raums (zum Beiſpiel, eines Zimmers) entſpringen müſſen, in welchem man einen warmen Körper erkalten läßt.

Um die Sache noch deutlicher zu machen, wollen wir annehmen, dieſer beſchränkte Raum ſey eine hohle Kugel von Eis, welche neun Schuh im Durchmeſſer hat und deren Temperatur dem ſchmelzenden Eiſe gleich kömmt, und der warme Körper ſey eine maſſive Metallkugel von zwei Zoll im Durchmeſſer, deren Temperatur dem Kochpunkte gleich kömmt und die über dem Mittelpunkte der Eiskugel hängt. Ferner wollen wir annehmen, letztere ſey luftleer und das Kaltwerden des warmen Körpers werde ausſchließlich durch die kaltmachenden Strahlen des Eiſes bewirkt.

Jetzt kömmt es darauf an, zu beſtimmen, wie die Erkaltung von ſtatten gehen würde, je nachdem

man den Durchmeſſer der Eiskugel vergrößert. Nehmen wir an er werde dupplirt, ſo wird die innere Fläche des Eiſes quadrupplirt ſeyn, und die Quantität der kaltmachenden Strahlen, welche durch die auf eben erwähnte Art vergrößerte Fläche ausgeſandt werden, wird ſich nach dem Verhältniſſe der Fläche richten und ſich gegen das der vorhergehenden Fläche wie 4 zu 1 verhalten.

Da ſich nun aber die verhältnißmäßigen Intenſitäten dieſer Strahlen zu dem gemeinſchaftlichen Mittelpunkte der beiden Kugeln, wo der warme Körper befindlich iſt, gerade umgekehrt wie die Quadrate der Diſtanzen der ſtrahlenden Punkte verhalten, ſo muß ſich die Intenſität der Strahlung der inneren Kugel auf das Centrum zur Strahlung der äußern Kugel auf dies nämliche Centrum ebenfalls wie 4 zu 1 verhalten.

Da nun die Dauer der Erkaltung eines warmen Körpers von der Quantität der kaltmachenden Strahlen abhängt, die deſſen Oberfläche berühren, und zugleich auch von der Intenſität ihrer Wirkung, ſo erſiehet man hieraus, daß in beiden Fällen eine Ausgleichung Statt findet, und daß ein warmer Körper, der im Centrum einer hohlen Kugel enthal-

ten iſt, und deſſen Temperatur, wie ſie auch im übrigen beſchaffen ſeyn möge, verhältnißmäßig immer niedriger als die des warmen Körpers iſt, allemal in derſelben Zeit erkalten muß, wie auch übrigens die Größe der Kugel beſchaffen ſeyn möge.

Wenn dieſe Schlußfolge richtig iſt, (und ich habe keinen Grund ſie für unrichtig zu halten) ſo folgt daß ein warmer Körper immer in einerlei Zeit erkalten wird, er befinde ſich in welchem Theile der Kugel es ſeyn möge; und da weder der Umfang des Raums, noch die Situation des Körpers in dieſem eingeſchloſſenen Raume, auf jene Erkaltung Einfluß hat, ſo muß auch weder die Form dieſes hohlen Raums, noch die Gegenwart anderer dichten Körper, in dieſem Betracht Einfluß haben, gleichviel übrigens, ob die Anzahl derſelben groß oder klein iſt, wenn ſie nur ununterbrochen in gleicher Temperatur bleiben.

Wenn man aber einen oder den anderen jener Körper, deren Temperatur während des Experiments durch die Wirkung der warmmachenden Strahlen, welche der warme Körper von ſich giebt, merklich erhöht werden kann, ſehr nahe bei dieſem Körper ſtellt, ſo wird dadurch das Kaltwerden des warmen

Körpers verzögert, weil die Strahlen, die von dieſem benachbarten und auf die eben erwähnte Art erwärmten Körper herrühren, weniger kältend ſind als die, welche von anderen weiter entfernten Körpern herrühren und von jenem aufgefangen werden.

Die Reſultate aller und jeder Experimente, die ich in Betreff des Kaltwerdens der Körper veranſtaltete, kommen darin überein, dieſe theoretiſchen Schlußſätze zu beſtätigen.

Wenn man annimmt, daß das Kaltwerden eines Körpers ausſchließlich als eine Wirkung der Strahlen zu betrachten iſt, die von kälteren Körpern herrühren, und daß dieſe Strahlen, auf eben die Art wie die Lichtſtrahlen, von den glatten Oberflächen der Spiegel und Glaslinſen, nach gewiſſen Naturgeſetzen abprallen, ſich brechen, oder concentriren, ſo könnte man vielleicht auf den Gedanken kommen, als wenn das Erkalten eines warmen Körpers beſchleunigt oder verzögert würde, wenn man dieſem Körper eine beſondere Form gäbe, oder in der Nähe deſſelben zwei, oder auch wohl mehrere fein polirte Spiegel, welche das Abprallen der Strahlen befördern, in verſchiedenen Richtungen anbrächte.

Da dieſe Vermuthungen, wenn ſie Beſtätigung erhielten, Experimente veranlaſſen würden, woraus man den Grund oder Ungrund der gedachten Hypotheſe erſehen könnte, ſo verlohnt es ſich allerdings der Mühe, dieſen wichtigen Gegenſtand näher zu unterſuchen. Ich bitte daher die Verſammlung nochmals um Erlaubniß ihn mit derjenigen Aufmerkſamkeit zu erörtern, die er meines Erachtens verdient.

Wenn man verſchiedene dichte Körper, die bis zu einerlei Temperatur erwärmt ſind, in freier Luft wieder kalt werden läßt, ſo wird man finden, daß jene, die, nach dem Gefühl zu urtheilen, die meiſte Hitze enthalten, diejenigen nicht ſind, welche am geſchwindeſten kalt werden, oder die meiſten warmmachenden Strahlen in die Luft ſchicken.

Da die polirten Metalle einen großen Theil der Strahlen, die von anderen Körpern herrühren, abprallen laſſen, und von den Strahlen, welche ſie zurückwerfen, weder warm noch kalt gemacht werden, ſo werden ihre Temperaturen durch die Wirkung der Körper, deren Temperatur von der ihrigen verſchieden iſt, nur langſam verändert.

Wenn man einen polirten und warmen metalli-

ſchen Körper an der freien Luft kalt werden läßt und derſelbe von anderen Körpern umgeben iſt, die mit dieſer Flüſſigkeit in einerlei Temperatur ſtehen, ſo liegt klar am Tage, daß aus der Oberfläche dieſes Körpers zweierlei Arten von Strahlen entſtehen, nämlich die warmmachenden Strahlen, die er ſelbſt abſchickt, und die anderen Strahlen, (die in Hinſicht der umgebenden Körper weder warmmachende noch kaltmachende ſind) welche er abprallen läßt.

Man könnte zwar, dem erſten Anſcheine nach, glauben, daß, da die Strahlen, welche aus dem warmen metalliſchen Körper hervorkommen, von zweierlei Art ſind, die Wirkſamkeit der warmmachenden Strahlen, die dem warmen Körper eigenthümlich zugehören, durch die anderen abgeprallten Strahlen, mit welchen ſie vergeſellſchaftet und ſo zu ſagen vermiſcht ſind, vermindert werden könne; wenn man aber die Sache genauer unterſucht, ſo wird man finden, daß dieſes nicht ſeyn kann; ſo lange nämlich die denſelben umgebenden Körper in einerlei Temperatur bleiben. Wenn dieſe ſich abändert, ſo werden jene nur von denjenigen abgeprallten Strahlen afficirt werden, deren Temperatur von der Temperatur des Körpers, von welchem der Strahl herrührt, verſchieden iſt; aber, wie ich ſchon geſagt

habe, die Wirkungen der Strahlen, welche der warme Körper von ſich giebt, oder ihre Kraft, die Temperaturen der Körper zu afficiren, welche wärmer oder kälter ſind, als ſie ſelbſt, werden immer die nämlichen bleiben.

Die Urſache, warum ſich in ihren Wirkungen keine größere Kraft äußert, liegt keineswegs darin, daß ſelbige mit anderen abgeprallten Strahlen vermengt ſind, ſondern rührt bloß von dem Umſtande her, daß die Anzahl derſelben zu klein iſt, da der größte Theil der Strahlen, welche der warme Körper wirklich von ſich giebt, vermittelſt der reflektirenden Oberfläche, von welcher er unmittelbar umgeben iſt, auf ihn ſelbſt zurückprallt.

Die entſcheidendſten Experimente haben dargethan, daß ſich die wirkliche Oberfläche, von welcher die Lichtſtrahlen eigentlich abprallen, außerhalb der dichten wirklichen Oberfläche des Körpers und in einiger Entfernung von derſelben befindet; überdies finden zwiſchen den Lichtſtrahlen und jenen unſichtbaren Strahlen, welche alle Körper, und zwar unter allen Temperaturen, von ſich geben, ſo mancherlei Analogien Statt, daß es beinahe nicht möglich

iſt, die Aehnlichkeit der Naturgeſetze, nach welchen ſich ihre Bewegungen richten, in Zweifel zu ziehen.

Es kann ſeyn, daß zwiſchen dieſen beiden Arten der Strahlungen überhaupt kein anderer Unterſchied Statt findet, als zwiſchen den Vibrationen der Luft, die unſer Auge wirklich empfindet, und jenen, die auf unſere Gehörwerkzeuge keinen merklichen Eindruck machen.

Wenn das Ohr auf eine ſolche Art eingerichtet wäre, daß wir alle Bewegungen, die in der Luft vorgehen, deutlich vernehmen könnten, ſo würden wir von dieſem Getöſe unfehlbar betäubt werden; und wenn unſere Augen von ſolcher Beſchaffenheit wären, daß wir die Strahlen, welche die Körper, von welchen wir umgeben ſind, ſowohl bei Tag als bei Nacht von ſich ſchießen, ſammt und ſonders erblicken könnten, ſo würden uns dieſe unerträglichen Lichtſtröme ganz blind und verwirrt machen.

In der Vorausſetzung, daß dieſe unſichtbaren Strahlungen wirklich exiſtiren, wollen wir einen Verſuch machen, die Wirkungen zu erforſchen, welche ſie nothwendig hervorbringen müſſen. Vielleicht iſt dies der Weg, die Urſachen einiger Erſcheinungen

zu entdecken, die noch zur Zeit nicht genugſam erklärt ſind.

Wir wollen einmal annehmen, daß zwei Hohlſpiegel von polirtem Metalle, deren jeder achtzehn Zoll im Durchmeſſer und einen Brennpunkt von achtzehn Zoll hätte, in einer Entfernung von zehen Fuß, einander gegenüber geſtellt würden, und zwar in einem großen Zimmer, wo weder die Luft, noch die Wände ihre Temperatur verändern.

Wenn wir vorausſetzen, daß der Fußboden, die Decke, die Wände und die Queerhölzer, überall mit Eis überzogen ſind, deſſen Temperatur dem Gefrierpunkte gleichkömmt, ſo können wir uns leicht vorſtellen, daß die Temperatur eines ſolchen Zimmers immer dieſelbe bleiben wird, wenn ſich auch gleich warme Körper darin befinden, die in der Abſicht hineingeſchafft wurden, Experimente damit anzuſtellen.

Jetzt wollen wir annehmen, daß der eine Spiegel bis zum Gefrierpunkte kalt, der andere aber bis zum Kochpunkte warm ſey, und nun wollen wir einmal ſehen, wie ſie vermittelſt ihrer Strahlungen auf einander wirken werden.

Fürs erſte iſt gar nicht zu zweifeln, daß der warme Spiegel kalt werden wird, da nicht nur die kaltmachenden Strahlen auf ihn wirken, die aus dem kalten Metall hervorkommen, woraus der gegenüber befindliche Spiegel beſteht, ſondern zugleich auch jene kaltmachende Strahlen, die aus den Wänden des Zimmers kommen, die auf der polirten Oberfläche des kalten Spiegels anprallen und von derſelben auf jene des warmen Spiegels geworfen werden.

Da aber die Quantität der Strahlen, welche der kalte Spiegel abprallen läßt, in eben dem Verhältniſſe größer iſt, je beſſer die Oberfläche, von welcher ſie abprallen, ihrem Zweck entſpricht, und da hingegen die Quantität der Strahlen, welche der kalte Spiegel abſchickt, verhältnißmäßig kleiner iſt, je größer die Vollkommenheit iſt, welche die Oberfläche beſitzt, von welcher ſie zurückgeworfen werden, ſo iſt es höchſt wahrſcheinlich, daß die ganze Quantität der Strahlen (ſowohl der abgeſchickten, als der abgeprallten) die von dem kalten Spiegel kommen und den warmen Spiegel berühren, immer dieſelbe bleibt, ſo vollkommen auch übrigens die Politur und die Reflektionskraft des kalten Spiegels ſeyn mag. Wenn dies gegründet iſt, ſo können wir hieraus folgern, daß das Daſeyn

des kalten Spiegels auf den warmen Spiegel gar nicht wirkt; d. i. daß er das Erkalten deſſelben eben nicht mehr beſchleunigt, als jeder andere Körper von derſelben Form und demſelben Umfange, der an dem nämlichen Platze ſtünde.

Man könnte vielleicht glauben, daß der kalte Spiegel, vermöge ſeiner Form, die Strahlen, welche er ſowohl abſchickt als abprallen läßt, concentriren, und durch die Wirkung dieſer Concentration viel ſtärker auf den gegenüber befindlichen Spiegel wirken müſſe, als wenn die Oberfläche deſſelben platt wäre oder ſonſt eine andere Form hätte; wenn man aber die Sache genauer unterſucht, ſo wird man wahrnehmen, daß es gar keine ſolche Concentration giebt; denn, was die Strahlen betrifft, welche der kalte Körper abſchickt, ſo kommen dieſe aus allen Punkten ſeiner Oberfläche hervor, und gehen in allen Richtungen ab, ſo daß ſie unmöglich concentrirt werden können; und eben ſo gewiß iſt es auch, daß ſich jene, welche zurückgeworfen werden, nicht concentriren laſſen; denn im Fall dies bewirkt werden könnte, müßten ſie in paralleler Richtung und in der Direktion ſeiner Achſe auf die Oberfläche des Spiegels gelangen, welches unter den angezeigten Umſtänden ſchlechterdings nicht möglich iſt.

Hieraus wird man erſehen, daß das Daſeyn des kalten Spiegels ganz und gar nichts dazu beiträgt, das Erkalten des warmen Spiegels zu beſchleunigen oder zu verzögern; es müßte denn ſeyn, daß die Temperatur deſſelben durch die warmmachenden Strahlen des warmen Spiegels erhöhet würde. Wenn dieſe Wirkung Statt hätte, ſo würde ſie dazu beitragen, das Erkalten des warmen Spiegels zu verzögern; aber wenn auch das wirklich der Fall wäre, ſo würde der Spiegel daſſelbe eben nicht länger verzögern können, als jeder andere metalliſche Körper, wie er auch übrigens der Form nach beſchaffen ſeyn möchte, wenn ſonſt nur ſeine Oberfläche in Hinſicht des warmen Spiegels von gleicher Beſchaffenheit wäre, und er in eben der Entfernung von ihm abſtünde.

Vermittelſt dieſer nämlichen Schlußfolge läßt ſich beweiſen, daß die Form des warmen Körpers, nämlich die eines Hohlſpiegels, zu der warmmachenden Wirkung, auf den kalten Spiegel ganz und gar nichts beiträgt, und daß er ſelbſt, wegen ſeiner beſondern Form, in dieſer Hinſicht weder früher noch ſpäter erkalten wird.

Nun wollen wir einmal annehmen, die beiden

Spiegel hätten genau einerlei Temperatur, welche zugleich die Temperatur des Zimmers wäre (nämlich unter dem Gefrierpunkte), und es würde eine kleine Kugel, oder ſonſt ein kleiner runder Körper in den Brennpunkt des einen Spiegels gebracht, welchen wir A. nennen wollen.

Da nun die Strahlen, welche dieſer warme Körper von ſich giebt, in gerader Linie und in allen Richtungen, (ſo wie die Lichtſtrahlen welche ein leuchtender Körper von ſich wirft) fortſchießen, ſo müſſen bekanntlich alle die, welche auf die hohle Seite des Spiegels A. fallen, dort abprallen, und zwar in Geſtalt eines Büſchels Strahlen, die ſich gegen die Achſe des Spiegels beinahe wie Parallellinien verhalten und ſo auf die hohle Fläche des gegenüber befindlichen Spiegels B fallen, wo ſie abprallen und in deſſen Brennpunkte concentrirt werden.

Bringt man unter dieſen Brennpunkt ein Thermometer das ſehr empfindlich iſt, und wie die Temperatur des Zimmers, auf dem Gefrierpunkte ſteht, ſo wird daſſelbe durch die Wirkung der warmmachenden Strahlen, die auf die eben erwähnte Art abprallten und ſich in dem Brennpunkte des Spiegels B. ſammelten, erwärmt werden.

Wenn man hingegen das Thermometer, anſtatt es in den Brennpunkt des zweiten Spiegels zu ſtellen, ein wenig ſeitwärts davon entfernt, ſo wird das Inſtrument von den Strahlen die aus dem warmen Körper kommen, nicht merklich afficirt werden,

Dieſes Experiment, welches ſchon in ältern Zeiten bekannt war, iſt zum öftern wiederholt worden, und immer mit demſelben Erfolg.

Jetzt wollen wir annehmen, der warme Körper ſey aus dem Brennpunkte des Spiegels A. weggethan worden, und man habe demſelben einen kalten Körper ſubſtituirt, z. B. einen ſolchen, deſſen Temperatur jener des ſchmelzenden Eiſes, d. i. der Temperatur des gedachten Zimmers gleichkam.

Da nun die gegenſeitige Strahlung des in derſelben Temperatur ſtehenden Körpers, auf jene Körper weder einen warmmachenden noch kaltmachenden Einfluß hat, ſo wird die Concentrirung der Strahlen, die aus dem kalten Körper kommen, der ſich im Brennpunkte des Spiegels A. befindet, auf das Thermometer, welches man in den Brennpunkt B. gebracht hat, und das in derſelben Temperatur ſteht, nicht wirken können.

Wenn die Wärme eine vibrirende Bewegung iſt, die in den Beſtandtheilen eines Körpers vorgeht, und wenn die Strahlen, welche die erwärmten Körper in allen Richtungen von ſich geben, wellenförmige Bewegungen in einer elaſtiſchen ätheriſchen Flüſſigkeit ſind, in welche ſie gleichſam eingetaucht werden — wellenförmige Bewegungen, die aus den Vibrationen der Körper entſtehen — ſo müſſen die Pulſationen dieſer Flüſſigkeit, ſich zu denen, welche dieſelben veranlaſſen, iſochroniſch verhalten, und ſie können die Vibrationen anderer Körper, deren Oberfläche ſie berühren, ſchlechterdings nicht beſchleunigen oder verzögern, wenn die wirklichen Vibrationen der Partikeln woraus die Körper beſtehen, ſich zu den Partikeln des Körpers, von welchem jene wellenförmigen Bewegungen ausfließen, iſochroniſch verhalten. Doch wir wollen nun wieder zu unſerm Experimente zurückkehren.

Nehmen wir nun anſtatt des Körpers, deſſen Temperatur der des ſchmelzenden Eiſes gleichkömmt, einen viel kältern Körper, in der Temperatur, wo das Queckſilber gefriert, und bringen denſelben in den Brennpunkt des Spiegels A; zu gleicher Zeit wollen wir ein Thermometer, deſſen Temperatur dem Gefrierpunkte gleichkömmt, in den Brennpunkt des Spiegels B ſtellen. — Was wird der Erfolg ſeyn?

Das Thermometer wird fallen, da es vermittelſt der Concentration der kaltmachenden Strahlen, die von dem äußerſt kalten Körper, welchen man in den Brennpunkt des Spiegels A gebracht hat, erkalten muß.

Gerade ſo ereignete ſich derſelbe Fall während des berühmten Experiments, das von meinem ſcharfſinnigen Freunde, dem Profeſſor Pictet in Genf, veranſtaltet wurde.

Man hat zwar verſchiedene Verſuche gemacht, um das Reſultat dieſes Experiments zu erklären; und zwar in der Vorausſetzung, das materielle oder wirkliche Daſeyn des Wärmeſtoffs zu beweiſen und darzuthun, daß die ſtrahlende Wärme dieſe nämliche Subſtanz ſey, die von den warmen Körpern in gerader Linie und nach allen möglichen Richtungen ausgelaſſen und fortgeſchickt werde. Ich muß aber geſtehen, daß mich keine einzige von allen dieſen Erklärungen befriedigt hat.

Eine der Beifallswürdigſten iſt die, nach welcher man vorausſetzt, daß der Wärmeſtoff unaufhörlich von allen Körpern, in jeder Temperatur fortgeſchickt werde, und zwar in Geſtalt der ſtrahlenden Wär-

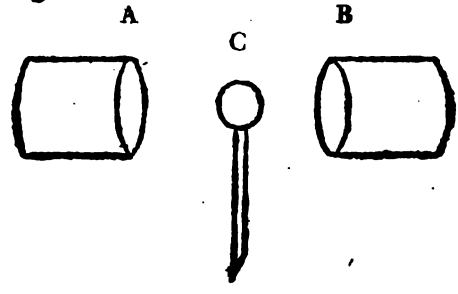
Wärme, nur von warmen Körpern in größerer Menge, als von denen die weniger warm ſind, ſo daß ein Körper zu eben der Zeit, wo er den Wärmeſtoff von allen Seiten abſchickt, hinwiederum eben ſo viel von den ihn umgebenden Körpern empfängt. Wenn ein Körper während dieſes wechſelſeitigen Tauſchwechſels, mehr davon abgiebt als er empfängt, ſo verliert er, oder, welches eben ſo viel ſagen will, er erkaltet; im entgegengeſetzten Fall wird er warm; wenn während des Tauſches ſo viel gewonnen als verloren wird, bleibt ſich die Temperatur gleich.

Allein, es iſt nicht nur ſchwer zu begreifen, wie und auf welche Art ein und derſelbe Körper eine und dieſelbe Subſtanz auf der einen Seite annehmen und behalten, auf der andern aber ſich ihrer zu eben der Zeit entledigen und ſie fortſchaffen kann (eine Operation die nicht nur ganz unbegreiflich, ſondern auch allem Anſehen nach unmöglich iſt, und durch keine einzige Analogie wahrſcheinlich wird), ſondern man würde auch noch außerdem mancherlei Gründe anführen können, daß dieſe Hypotheſe in Betreff eines unaufhörlichen Tauſchwechſels des Wärmeſtoffs, der zwiſchen benachbarten Körpern vorgehen ſoll, höchſt unwahrſcheinlich iſt. Hier iſt unter andern einer dieſer Gründe, der mir ſehr einleuchtend ſcheint, und

ſich mit den Reſultaten der Experimente ſchlechterdings nicht vereinbaren läßt.

Da der Punkt, worauf es hier ankömmt, in Bezug auf das Lehrſyſtem, welches man in Betreff der Wärme angenommen hat, von überaus großer Wichtigkeit zu ſeyn ſcheint, ſo will ich denſelben mit aller möglichen Aufmerkſamkeit unterſuchen, und, um die erwähnte Hypotheſe (den ununterbrochenen Tauſchwechſel des Wärmeſtoffs betreffend) auf die Probe zu ſtellen, vor allen Dingen ausmitteln, ob dieſelbe hinreichend iſt, die Phänomene zu erklären, welche wir bei einigen der vorhergehenden Experimente wahrnahmen. Damit dieſe Unterſuchung deſto beſſer von ſtatten gehe, werde ich mich hierbei folgender Figuren bedienen.

Fig. 6.



Die einander entgegengeſetzten Extremitäten der beiden Cylinder A und B, bezeichnen die beiden ſenkrechten Metallflächen oder Scheiben der cylinderförmigen Gefäße, welche man zu gleicher Zeit und in gleich weiter Entfernung, während des Experiments Nr. 23. an die Kugel C des Thermoſkops brachte.

Während dieſes Experiments ſtand die Temperatur der Scheibe A, nach dem Reaumurſchen Thermometer *) auf Null (dem Gefrierpunkte) und die Temperatur der Scheibe B auf 40 Gr. Reaumur; da hingegen die Temperatur der Kugel C und aller benachbarten Körper nur 20 Gr. Reaumur hatte. Mittlerweile, und während der gleichzeitigen Wirkung der beiden Körper, wovon der eine warm und der andere kalt war, blieb die Temperatur des Thermoſkops unverändert.

Um dieſes Reſultat, in Hinſicht auf die gedachte Hypotheſe zu erklären, müſſen wir gleich Anfangs vorausſetzen, daß die Kugel des Thermoſkops

*) Ich beziehe mich, um die Temperaturen zu beſtimmen, bloß deswegen auf das Reaumurſche Thermometer, weil ſolches in Frankreich mehr bekannt iſt, als das Fahrenheitſche.

den Einfluß der kalten ſchwarz gemachten Scheibe eben ſo ſehr erkaltete, als ſie durch den Einfluß der warmen ſchwarz gemachten Scheibe erwärmt wurde.

Da man nun aus Erfahrung wußte, daß die Intenſität der Strahlung der Scheibe B vermittelſt des ſchwarzen Ueberzugs vermehrt worden war, ſo läßt ſich hieraus nichts anderes ſchließen, als daß die Intenſität der Strahlung der Scheibe A durch denſelben Prozeß ebenfalls vermehrt worden war. Wenn aber dieſe Strahlungen von dem Wärmeſtoff herrührten, welchen dieſe Körper von ſich geben (wie man nach der gedachten Hypotheſe vorausſetzen muß), ſo fragt ſich, wie es zugieng, daß die Kugel des Thermoſkops, anſtatt durch die additionelle Quantität des Wärmeſtoffs, welchen er vermöge der ſchwarz angelaufenen Scheibe A erhalten müßte, erwärmt zu werden, im Gegentheil erkaltete?

Die Vertheidiger der in Betreff des erwähnten Tauſchwechſels angenommenen Hypotheſe werden hierauf vielleicht antworten, daß durch den ſchwarzen Ueberzug der Scheibe A ein ſtärkerer Ausfluß des Wärmeſtoffs aus der Kugel des Thermoſkops bewirkt worden ſey.

Ohne hier weiter auf eine nähere Erklärung der Art und Weiſe zu dringen, wie die Urſache, woraus jene Wirkung entſtanden ſeyn ſoll, eigentlich gewirkt habe (wozu ich doch, da jedoch Vorausſetzung bloß auf Willkühr beruht, allerdings berechtigt ſeyn würde) will ich es lediglich bei der Bemerkung bewenden laſſen, daß da die Fläche der gegenüber befindlichen Scheibe ebenfalls ſchwarz angelaufen war, jene vorgebliche Vermehrung der Quantität des aus der Thermoſkopkugel ausgegangenen Wärmeſtoffs, welche durch das Daſeyn eines auf den an dieſelbe gehaltenen Flächen befindlichen ſchwarzen Ueberzugs veranlaßt wurde, die Sache noch lange nicht aufklärt.

Die Reſultate der beiden Experimente, deren ich ſo eben erwähnte, ſcheinen mir ſehr wichtig zu ſeyn, und ich kann ſchlechterdings nicht begreifen, wie und auf welche Art ſich dieſelben mit den Meinungen der neuern Chemiker, in Hinſicht der Beſchaffenheit der Wärme, vereinigen laſſen.

In der Abſicht, dieſe mit ſo großen Schwierigkeiten verbundene Unterſuchung zu vereinfachen, haben wir zeither immer vorausgeſetzt, daß die Ver-

ſchiedenheit der Temperaturen bloß von der Verſchiedenheit der Zeiten abhange, in welchen die Vibrationen der Beſtandtheilchen der Körper vollbracht werden; indeß iſt es allerdings möglich, ſogar wahrſcheinlich, daß ſie zugleich auch von der Behendigkeit dieſer Partikeln abhängen; denn es iſt leicht zu erachten, daß, je ſchneller die Bewegungen dieſer Partikeln von ſtatten gehen, ihre Verlängerungen in dieſen Vibrationen immer größer werden, und das folglich der Umfang eines auf dieſe Art afficirten Körpers immer größer wird.

Es iſt bekannt, daß die Pulſationen, welche in einer elaſtiſchen Flüſſigkeit durch Vibrationen eines dichten elaſtiſchen Körpers verurſacht werden, von dieſem nämlichen Körper in allen möglichen Richtungen ausgehen, und daß ſich dieſe Pulſationen überall, (d. i. in jeder Entfernung vom Körper) zu den Vibrationen dieſes dichten Körpers iſochroniſch verhalten. Eben ſo bekannt iſt es, daß die mittlere Geſchwindigkeit einer flüſſigen Partikel immer kleiner wird, je größer der Abſtand iſt, in welchem ſich dieſe Partikel von dem Centrum entfernt, von welchem die wellenförmige Bewegung ausfließt.

Was die Pulſationen betrifft, welche durch die

Vibrationen eines tönenden Körpers in der Luft verurſacht werden, ſo verhalten ſich dieſe Pulſationen zu den Vibrationen dieſes Körpers iſochroniſch, und die Zeitdauer, d. i. die Menge dieſer Pulſationen beſtimmt ſodann die Note; die Stärke des Schalls hingegen, hängt von der Geſchwindigkeit der Luftpartikeln, oder von der Fülle des tönenden Luftſtroms ab, und da ſich dieſe Geſchwindigkeit eben ſo vermindert, wie die Entfernung des tönenden Körpers zunimmt, ſo wird der Schall in eben dem Verhältniß immer ſchwächer.

Es giebt Fälle, die uns Veranlaſſung geben könnten, zu vermuthen, daß die Farbe von der Menge jener Pulſationen abhänge, aus welchen das Licht beſtehen ſoll, und daß die Wärme, welche ſie hervorbringen, ſich genau ſo verhalte, wie ihre Stärke. Wenn dieſe Vermuthung gegründet wäre, ſo würde uns dieſe wichtige Thatſache vielleicht in Stand ſetzen, verſchiedene äußerſt intereſſante Naturerſcheinungen zu erklären; unter andern auch die Entzündung brennbarer Körper, und die intenſive Wärme, welche durch die Friction hervorgebracht wird, und durch die Concentrirung warmmachender Strahlen.

Aus mehreren zur Genüge bekannten Experimen-

ten hat man erſehen, daß die Intenſität der durch die Concentrirung der Sonnenſtrahlen bewirkten Wärme, nicht bloß aus der Verdichtung dieſer Strahlen, ſondern aus einem ungleich größern Verhältniß entſpringt, und größtentheils von dem gröſſern oder mindern Zuſammenlaufen (convergence) derſelben abhängt.

Dieſe Sache verdient gewiß alle mögliche Aufmerkſamkeit. Ich habe gar oft darüber nachgedacht, und ſie hat nicht wenig dazu beigetragen, mich, was die Beſchaffenheit der Wärme betrifft, auf die Meinung zu bringen, die ich in dieſer Hinſicht noch jetzt unterhalte. Ich habe ſie nie mit der Vorausſetzung zuſammenreimen können, daß die Wärme durch die Anhäufung von irgend etwas verurſacht werde, das aus der Sonne ausfließt, oder aus ſonſt einem anderen Körper, welcher warmmachende Strahlungen von ſich giebt.

Ich behalte mir es vor, meine anderweitigen Unterſuchungen, die ich über dieſen Gegenſtand angeſtellt habe, in einem anderen Memoire ausführlich zu beſchreiben. Dem vorliegenden, das ohnehin ſchon zu lang iſt, will ich zum Beſchluß nur noch einige Bemerkungen über die Vervollkommnung eini-

ger praktiſchen Anwendungen beifügen, wozu die Kenntniß der Thatſachen, welche aus obigen Experimenten hervorgehen, Veranlaſſung giebt.

Wenn es darum zu thun iſt, daß eine Subſtanz, die in einem metallenen Gefäße enthalten iſt, warm bleiben ſoll, ſo wird die glänzende Politur, oder vielmehr die reinlich gehaltene Außenſeite des Gefäßes, zu Erreichung dieſer Abſicht überaus viel beitragen; will man aber, daß etwas in einem metallenen Gefäße ſchneller erkalte, ſo muß die Außenſeite des Gefäßes mit einer Subſtanz überzogen oder bedeckt ſeyn, von welcher man aus Erfahrung weiß, daß ſie eine Menge kaltmachender Strahlen von ſich giebt.

Theekeſſel, die von außen polirt ſind, können über einem mit Weingeiſte gefüllten Lämpchen mit weit mehr Erſparniß im Kochen erhalten werden, als andere, die man mit einer Art Lack überzieht; und je reiner und ſauberer die Deckel ſind, welche man, damit die Speiſen warm bleiben, auf die Schüſſeln deckt, deſto beſſer werden ſie dem dadurch beabſichtigten Zwecke entſprechen.

Kupferne Pfannen und andere metallene Küchen-

geſchirre, die man von außen rein und ſauber hält, können mit ungleich weniger Feuer erwärmt werden, als wenn ſie ſchmutzig und ſchwarz ſind; am Boden aber ſollten dergleichen Gefäße, ſo wie auch die Keſſel, eigentlich ſchwarz ſeyn, damit dasjenige, was darin enthalten iſt, leichter zu kochen anfängt, und folglich mehr Brennſtoff erſpart wird.

Wenn man das Kochgeſchirr gewöhnlich auf Kohlenerde (houille) oder Holzkohlenfeuer ſetzt, ſo hat man nicht nöthig, den Boden zu ſchwärzen, denn der Rauch wird dies ohnehin bald genug thun; unterhält man aber unter den gedachten Gefäßen ein hellbrennendes Holzfeuer, ſo thut man wohl, wenn man ſie ſchwarz anlaufen läßt, und dieſes läßt ſich über einem Flammenfeuer, oder über einer Lampe, in Zeit von wenig Minuten bewerkſtelligen.

Man hat zum öftern in Vorſchlag gebracht, die Gefäße, worin die Bierbrauer das Bier kalt werden laſſen, aus Metall zu verfertigen und denſelben weniger Tiefe und deſto mehr Fläche zu geben; der Erfolg hievon würde aber keineswegs der Erwartung entſprechen, da das Metall den Ausfluß warmmachender Strahlen gar nicht befördert.

Die beträchtliche Dicke des Holzes, woraus

man die Gefäße verfertigt, worin man das Bier kalt werden läßt, trägt nicht wenig dazu bei, daß ſolches ſchneller erkaltet; denn, ſo bald man dergleichen Gefäße ausleert, wird dieſe Maſſe naſſen Holzes gleich wieder kalt; theils, weil die friſche Luft, welche darüber hinwegſtreicht, hierzu beiträgt, theils und hauptſächlich durch die Ausdünſtung; wenn man ſie daher wieder mit warmem Bier füllt, wird ein großer Theil der darin enthaltenen Hitze von dem erkalteten Holze wieder eingeſogen.

In allen und jeden Fällen, wo man von metallenen mit Dunſt angefüllten Röhren Gebrauch macht, um Zimmer zu heizen, ſollte man das Aeußere dieſer Röhren mit Firniß beſtreichen, oder ſie mit irgend einer anderen Subſtanz überziehen, wodurch der Ausfluß warmmachender Strahlen befördert wird. Eine Umhüllung von Papier, würde dieſe Wirkung hervorbringen, beſonders wenn das Papier ſchwarz und an das Metall feſt angeleimt wäre.

Jene Röhren, die dazu beſtimmt ſind, die in Dunſt aufgelöſte Wärme aus einem Zimmer in das andere zu leiten, müſſen tüchtig mit einer warmen Umhüllung umgeben, oder von außen immer glänzend und nett ſeyn. In manchen Fällen dürfte es ſich

wie mich dünkt, wohl der Mühe verlohnen, wenn man ſie vergoldete, oder wenigſtens mit Goldpapier überzöge; auch wohl mit Zinnblättchen, oder einer anderen metalliſchen Subſtanz, die an der Luft nicht ſo leicht anläuft.

So könnte man auch die Cylinder und vorzüglichſten Dunſtröhren der Dampfmaſchinen, erſt mit einer warmen Umhüllung bekleiden und ſodann mit dünngeſchlagenem Meſſing überziehen, welches aber immer rein und ſauber gehalten werden müßte. Die Erſparniß des Brennſtoffs würde die hiezu erforderlichen Koſten reichlich erſetzen.

Die ſchwarz angeſtrichenen Gartenmauern werden zwar von den Sonnenſtrahlen ſtärker erhitzt, als die weißen, werden aber des Nachts eben ſo geſchwind wieder kalt. Die Gärtner werden am beſten wiſſen, ob dieſe ſchleunigen Abwechſelungen der Temperatur den Obſtbäumen zuträglich ſind, oder nicht.

Es iſt bekannt, daß ſchwarze Kleider im Sonnenſchein den Körper ſehr warm halten; dies iſt aber keineswegs der Fall, wenn man ſich, beſonders bei kühler Witterung, im Schatten befindet. Unter allen

allen farbigen Kleidungsſtücken enthalten keine ſo viel Kälte als die ſchwarzen, wenn die Luft eine geringere Temperatur hat, als die der Haut iſt, und wenn der Körper nicht von den warmmachenden Strahlen, die von anderen Körpern herrühren, erwärmt wird.

Man hat dargethan, wie viel der Glanz einer glatten Oberfläche zu der Wärme beitrug, die ihr, als Kleidungsſtück betrachtet, eigenthümlich zugehörte. Wenn man ſich daher Winterkleider anſchafft, ſo hat man Bedacht darauf zu nehmen, daß man keine ſolchen Farben wählt, die am meiſten dazu beitragen, daß jener Glanz verloren geht; und da die Lichtſtrahlen von der weißen Farbe weit ſtärker abprallen, als von jeder anderen, die eben ſo glänzend iſt, ſo hat man alle Urſache zu glauben, daß weiße Kleider bei kalter Witterung eben ſo warm halten, wie andere. Uebrigens hält man ſie durchgehends für die kühlſten, die man im Sommer, beſonders wenn die Sonne ſcheint, tragen kann; denn, da ſie die Eigenſchaft beſitzen, die warmmachenden Strahlen abprallen zu laſſen, ſo müſſen ſie eben auch die kaltmachenden Strahlen, welche im Winter zu Eis werden, zurückwerfen können.

Ich bin durch zweckmäßige Experimente, die keinen Zweifel übrig laſſen, und wovon ich der Geſellſchaft zu einer anderen Zeit Rechenſchaft ablegen werde, überzeugt worden, daß Pelzkleider viel wärmer halten, wenn man das Pelzwerk auswärts, als nach innen zu, kehrt. Sollte dies nicht zum Beweis dienen, daß unſere Kleider uns nicht ſowohl deswegen wärmen, weil darin die Wärme beiſammen bleibt, als vielmehr weil ſie die Kälte abhalten?

Da das feine Pelzwerk der Thiere, aus einer überaus glatten Subſtanz beſteht, ſo iſt es vorzüglich dazu geeignet, die Strahlen, welche demſelben zugeſchickt werden, von ſich abprallen zu laſſen. Wenn nun der Körper dadurch warm erhalten wird, daß ſeine eigenen Strahlen hinter ihn zurückprallen, ſo hat man Urſache zu glauben, daß ein Pelzkleid allemal wärmer halten wird, wenn das Haar einwärts gekehrt iſt. Wenn uns hingegen unſere Kleider bei kaltem Wetter aus dem Grunde warm halten, weil ſie die kaltmachenden Strahlen der kalten Körper, von welchen wir umgeben ſind, von ſich abprallen laſſen, ſo würde folgen, daß der Pelz, wenn das Haar auswärts gekehrt wäre, jederzeit wärmer hielte. Und ſo habe ich es auch wirklich gefunden.

Dieſe Erörterung iſt allerdings wichtig; denn

ſo lange man die Prinzipien, von welchen die Wärme unſerer Kleider herrührt, nicht genugſam kennt, ſo lange können wir auch keine beſtimmten Maaßregeln ergreifen, uns gegen die rauhe Jahreszeit zu ſichern und unſern Körper unter allen Himmelsſtrichen in einen behaglichen Zuſtand zu verſetzen.

Das Fell verſchiedener Thiere, die von ſchwacher Leibesbeſchaffenheit ſind, wird in allen kalten Ländern im Winter weiß, und das Fell der Bäre, welche ſich am Nordpol aufhalten, behält dieſe Farbe zu allen Jahreszeiten. Dieſe letztgenannten Thiere ſind abwechſelnd bald der grimmigſten Kälte ausgeſetzt, bald der unaufhörlichen Sonnenhitze, die mehrere Monate lang anhält. Wenn es ſich nun wirklich ſo verhielte, daß die Wärme und die Kälte auf die oben erwähnte Art erzeugt würden, und daß die weiße Farbe vor allen anderen dazu geeignet iſt, die kältenden ſowohl als die warmmachenden Strahlen abprallen zu laſſen, ſo wird ſelbſt der rüſtigſte Skeptiker nicht in Abrede ſtellen können, daß es ein großes Glück für dieſe Thiere iſt, von der Natur auf eine Art bekleidet zu ſeyn, die ſo vorzüglich zu ihren lokalen Verhältniſſen paßt.

Die außerordentliche Kälte, welche zu allen Jahreszeiten auf hohen Bergen und in den höheren

wie mich dünkt, wohl der Mühe verlohnen, wenn man ſie vergoldete, oder wenigſtens mit Goldpapier überzöge; auch wohl mit Zinnblättchen, oder einer anderen metalliſchen Subſtanz, die an der Luft nicht ſo leicht anläuft.

So könnte man auch die Cylinder und vorzüglichſten Dunſtröhren der Dampfmaſchinen erſt mit einer warmen Umhüllung bekleiden und ſodann mit dünngeſchlagenem Meſſing überziehen, welches aber immer rein und ſauber gehalten werden müßte. Die Erſparniß des Brennſtoffs würde die hiezu erforderlichen Koſten reichlich erſetzen.

Die ſchwarz angeſtrichenen Gartenmauern werden zwar von den Sonnenſtrahlen ſtärker erhitzt, als die weißen, werden aber des Nachts eben ſo geſchwind wieder kalt. Die Gärtner werden am beſten wiſſen, ob dieſe ſchleunigen Abwechſelungen der Temperatur den Obſtbäumen zuträglich ſind, oder nicht.

Es iſt bekannt, daß ſchwarze Kleider im Sonnenſchein den Körper ſehr warm halten; dies iſt aber keineswegs der Fall, wenn man ſich, beſonders bei kühler Witterung, im Schatten befindet. Unter allen

allen farbigen Kleidungsſtücken enthalten keine ſo viel Kälte als die ſchwarzen, wenn die Luft eine geringere Temperatur hat, als die der Haut iſt, und wenn der Körper nicht von den warmmachenden Strahlen, die von anderen Körpern herrühren, erwärmt wird.

Man hat dargethan, wie viel der Glanz einer glatten Oberfläche zu der Wärme beitrug, die ihr, als Kleidungsſtück betrachtet, eigenthümlich zugehörte. Wenn man ſich daher Winterkleider anſchafft, ſo hat man Bedacht darauf zu nehmen, daß man keine ſolchen Farben wählt, die am meiſten dazu beitragen, daß jener Glanz verloren geht; und da die Lichtſtrahlen von der weißen Farbe weit ſtärker abprallen, als von jeder anderen, die eben ſo glänzend iſt, ſo hat man alle Urſache zu glauben, daß weiße Kleider bei kalter Witterung eben ſo warm halten, wie andere. Uebrigens hält man ſie durchgehends für die kühlſten, die man im Sommer, beſonders wenn die Sonne ſcheint, tragen kann; denn, da ſie die Eigenſchaft beſitzen, die warmmachenden Strahlen abprallen zu laſſen, ſo müſſen ſie eben auch die kaltmachenden Strahlen, welche im Winter zu Eis werden, zurückwerfen können.

des Mechanismus, nach welchem das Weltall regiert wird, herauszufinden.

Der erste Schritt in der Wissenschaft ist der, wenn man aufmerksam und in gehörigem Zusammenhange beobachtet; der zweite, wenn man anfängt zu zweifeln. Das Erhabene der Wissenschaft besteht darin, daß man dieselbe dazu anwendet, das Wirkungsvermögen des Menschengeschlechts zu erweitern, und seine unschuldigen Lebensgenüsse zu vervielfältigen.

Kein einziger Theil der physikalischen Wissenschaften, steht mit den Verrichtungen, welche den Menschen täglich beschäftigen, in so enger Verbindung, als jener, welcher die Wärme betrifft; und eben darum muß er ihn auch unter allen am stärksten interessiren.

Das Feuer ist der allgemeine und wirksamste Stoff der uns bekannt ist; und bloß der Macht, welche sich der Mensch über dieses bewundernswürdige Wesen zu verschaffen gewußt hat, verdankt er die übernatürliche Stärke, vermöge welcher er sich alle Thiere unterwürfig gemacht hat, und sowohl zu Wasser als zu Lande als unumschränkter Herr gebietet.

Daß ein ſo mächtiges und zugleich ſo folgſames, ſo wohlthätiges und doch ſo ſchreckliches Weſen, von den Völkern der Erde allgemein bewundert und von einigen ſogar angebetet wurde, iſt gar nicht befremdend; auffallender iſt es, daß man einen ſo wichtigen Gegenſtand des Nachforſchens ſo lange Zeit ganz außer Acht gelaſſen hat.

Dieſe Gleichgültigkeit in Betreff eines ſo merkwürdigen und intereſſanten Gegenſtandes, iſt keiner andern Urſache als dem Mangel an Aufmerkſamkeit zuzuſchreiben, womit man die Dinge, welche man täglich vor Augen hat, gewöhnlich zu betrachten pflegt.

Ein Beweis, daß unſere Kenntniſſe in Betreff der Wärme, äußerſt beſchränkt und unvollſtändig ſind, iſt der, daß die Gelehrten in Anſehung der Wärme und der Art und Weiſe, wie ſie wirkt, ganz verſchiedener Meinung ſind. Einige betrachten dieſelbe als eine Subſtanz, andere halten ſie für eine vibrirende Bewegung die in den Beſtandtheilen der Körper vorgeht.

Die, welche die Hypotheſe annehmen, daß eine beſondere warmmachende Subſtanz exiſtire, welche ſie

den Wärmeſtoff nennen, ſetzen voraus, daß die Erwärmung eines Körpers jederzeit eine Anhäufung (accumulation) dieſer Subſtanz in dem gedachten Körper ſey. Jene hingegen, welche die Wärme bloß für eine vibrirende Bewegung halten, die ihrer Meinung nach, in einem fort, nur mit mehr oder weniger Geſchwindigkeit, in den Beſtandtheilen der Körper ſtatt finden ſoll, betrachten die Erwärmung als eine Beſchleinigung dieſer nämlichen Bewegung.

Zufolge der Hypotheſe in Betreff der vibrirenden Bewegung, glaubt man, daß ein Körper, welcher kalt wird, weiter nichts als Bewegung verloren habe; im Sinn der andern Hypotheſe wird vorausgeſetzt, daß dieſer Verluſt aus etwas Materiellem, nämlich aus Wärmeſtoff beſtehe.

Jene berühmten Gelehrten in Frankreich, die vor etwa fünf und zwanzig Jahren, die damals ganz neue Hypotheſe in Hinſicht des Wärmeſtoffs zuerſt in Umlauf brachten, ließen es ſich gar nicht einfallen, das Daſeyn dieſes Stoffs als erwieſen anzunehmen, ſondern ſie erwähnen deſſelben ſtets mit jener beſcheidenen Zurückhaltung, wodurch Männer von ſeltenen Kenntniſſen und Einſichten von jeher vor andern ſich

auszeichneten. Sie bedienen sich jenes Ausdrucks mehr in der Absicht, Umschreibungen zu vermeiden, und sich über wissenschaftliche Gegenstände auf eine kürzere Art auszudrücken, als in der Absicht eine neue Meinung zu begründen.

Einer jener Gelehrten, dessen Verlust die Wissenschaften und die Menschheit noch jetzt betrauren, drückt sich in seinem Handbuche der Chemie (Traité élementaire de chimie) unter andern folgendermaaßen aus:

„Als ich mit de Morveau, Berthollet und de „Fourcroy in der Absicht gemeinschaftliche Sache „machte, die Sprache der Chemiker zu verbessern, „waren wir der Meinung, man müsse vor allen „Dingen jene Umschreibungen daraus verbannen, die „den Vortrag unnöthiger Weise verlängern, ihn „schleppend, weniger körnicht, weniger deutlich „machen, und oft nicht einmal auf Begriffe führen, „die klar und deutlich bestimmt sind. Dem zufolge „bezeichneten wir die Ursache der Wärme, jene so „außerordentlich elastische Flüssigkeit, wodurch die „selbe erzeugt wird, mit der Benennung Wärme„stoff. Dieser Ausdruck entspricht nicht nur dem „Zweck, welchen wir vermittelst unsers Systems

den Wärmeſtoff nennen, ſetzen voraus, daß die Erwärmung eines Körpers jederzeit eine Anhäufung (accumulation) dieſer Subſtanz in dem gedachten Körper ſey. Jene hingegen, welche die Wärme bloß für eine vibrirende Bewegung halten, die ihrer Meinung nach, in einem fort, nur mit mehr oder weniger Geſchwindigkeit, in den Beſtandtheilen der Körper ſtatt finden ſoll, betrachten die Erwärmung als eine Beſchleinigung dieſer nämlichen Bewegung.

Zufolge der Hypotheſe in Betreff der vibrirenden Bewegung, glaubt man, daß ein Körper, welcher kalt wird, weiter nichts als Bewegung verloren habe; im Sinn der andern Hypotheſe wird vorausgeſetzt, daß dieſer Verluſt aus etwas Materiellem, nämlich aus Wärmeſtoff beſtehe.

Jene berühmten Gelehrten in Frankreich, die vor etwa fünf und zwanzig Jahren, die damals ganz neue Hypotheſe in Hinſicht des Wärmeſtoffs zuerſt in Umlauf brachten, ließen es ſich gar nicht einfallen, das Daſeyn dieſes Stoffs als erwieſen anzunehmen, ſondern ſie erwähnen deſſelben ſtets mit jener beſcheidenen Zurückhaltung, wodurch Männer von ſeltenen Kenntniſſen und Einſichten von jeher vor andern ſich

auszeichneten. Sie bedienen sich jenes Ausdrucks mehr in der Absicht, Umschreibungen zu vermeiden, und sich über wissenschaftliche Gegenstände auf eine kürzere Art auszudrücken, als in der Absicht eine neue Meinung zu begründen.

Einer jener Gelehrten, dessen Verlust die Wissenschaften und die Menschheit noch jetzt betrauren, drückt sich in seinem Handbuche der Chemie (Traité élementaire de chimie) unter andern folgendermaßen aus:

„Als ich mit de Morveau, Berthollet und de „Fourcroy in der Absicht gemeinschaftliche Sache „machte, die Sprache der Chemiker zu verbessern, „waren wir der Meinung, man müsse vor allen „Dingen jene Umschreibungen daraus verbannen, die „den Vortrag unnöthiger Weise verlängern, ihn „schleppend, weniger körnicht, weniger deutlich „machen, und oft nicht einmal auf Begriffe führen, „die klar und deutlich bestimmt sind. Dem zufolge „bezeichneten wir die Ursache der Wärme, jene so „außerordentlich elastische Flüssigkeit, wodurch dies „selbe erzeugt wird, mit der Benennung Wärme„stoff. Dieser Ausdruck entspricht nicht nur dem „Zweck, welchen wir vermittelst unsers Systems

gleich schwächer und bald nachher hört die Helligkeit, welche er um sich her verbreitete, ganz auf.

Indeß fährt er, wenn er auch schon aufgehört hat zu leuchten, noch eine Zeitlang fort, warmmachende Strahlen von seiner Fläche abzusenden, und man darf nur die flache Hand gegen ihn ausstrecken um sich davon zu überzeugen.

Die warmmachenden Strahlen, welche sehr warme Körper von ihren Oberflächen absenden, fahren durch die transparente Luft, ohne sie zu erwärmen, auch theilen sie den Körpern, von deren Oberflächen sie abprallen, keine merkliche Wärme mit.

Diese wichtigen Thatsachen, welche man ja nicht außer Acht lassen darf, sind durch die Resultate einer großen Anzahl dieserhalb angestellter Experimente bestätigt worden.

Sonach wären wir denn also in unserer Untersuchung der Wärme um einen Schritt weiter gekommen. Wir sehen, daß sehr warme Körper von ihren Oberflächen Strahlen absenden, die da sie (wie die Lichtstrahlen) durch die Luft dringen, auf den Oberflächen entfernter Körper, von welchen sie umgeben

sind, und wo sie anstoßen, ohne daselbst abzuprallen, ebenfalls Wärme erzeugen.

Da nun die Existenz der warmmachenden Strahlen, deren ich so eben erwähnte, hinlänglich dargethan, und ihre Art zu wirken offenbar so beschaffen ist, wie ich sie beschrieben habe, so kömmt es darauf an, zu untersuchen, ob nicht vielleicht die Kenntniß dieser Thatsachen zureichend seyn würde, in Betreff der Wärme ein System aufzustellen, wonach sich alle jene Phänomene erklären lassen.

Ein System, mit welchem der Vortheil verbunden wäre, die Mittheilung der Wärme auf eine einzige, einfache und leicht zu begreifende Art zu erklären, würde meines Erachtens jedem andern weit vorzuziehen seyn, vermöge dessen man, um jene Phänomene zu erklären, annehmen müßte, daß die Wärme auf zwei ganz von einander verschiedenen Wegen sich mittheilt.

Wenn man sich von den Strahlungen, wovon hier die Rede ist, und von den Wirkungen, welche sie gewöhnlich hervorzubringen pflegen, einen klaren und deutlichen Begriff machen will, so muß man bis zu ihrer mechanischen Entstehung zurückgehen, und

ſie nach ihrer Art des Seyns und nach ihrer Art des Wirkens betrachten.

Es giebt zweierlei Arten, wie man ſich das Strahlen eines Körpers vorſtellen kann; einmal, wenn man die Strahlen als wirkliche Ausflüſſe einer Subſtanz betrachtet, die von der Oberfläche des Körpers abgeſchickt wird; und zweitens, wenn man ſie als wellenförmige Bewegungen betrachtet, die von jedem Punkte der Oberfläche des ſtrahlenden Körpers ausgehen, und in allen möglichen Richtungen ſich als ſchnurgerade Linien, in einer denſelben umgebenden elaſtiſchen Flüſſigkeit immer weiter verbreiten.

Newton's Syſtem beruht auf der Vorausſetzung, daß die Lichtſtrahlen wirkliche Ausflüſſe ſind.

Der Schall, mit deſſen Eigenſchaften wir beſſer bekannt ſind, als mit jenen des Lichts, bietet uns ein Beiſpiel dar, daß eine Strahlung oder eine wellenförmige Bewegung in einer elaſtiſchen Flüſſigkeit ſtatt finden kann, und dennoch nichts weniger iſt, als ein Ausfluß.

Wir haben zwar klare und zureichende Begriffe

von den mechaniſchen Wirkungen, wodurch die wellenförmigen Bewegungen in der Luft, welche den Schall ausmachen, erzeugt und fortgepflanzt werden; wir haben aber ſchlechterdings keine Idee, von irgend einer mechaniſchen Operation, vermittelſt welcher eine Subſtanz ununterbrochen und in allen möglichen Richtungen von der Oberfläche eines Körpers abgeſchickt werden könnte.

Wenn eine Hypotheſe in Bezug auf die Phyſik zuläſſig ſeyn ſoll, ſo muß ſie ſich auf die Vorausſetzung einer mechaniſchen Operation gründen, die man begreifen kann.

Damit nun die Theorie der Wärme, welche ſich auf die Hypotheſe von den Vibrationen gründet, zuläſſig ſey, iſt es ſchlechterdings nöthig zu zeigen, daß die Vibrationen, wovon hier die Rede iſt, wirklich exiſtiren können, zugleich auch die Möglichkeit darzuthun, daß ſie Strahlen oder wellenförmige Bewegungen verurſachen, welche die Körper von ihren Oberflächen abſenden, vermöge welcher, unſerer Vorausſetzung zufolge, die Körper unter verſchiedenen Temperaturen einander in einer gewiſſen Entfernung gegenſeitig afficiren, indem ſie in den Temperaturen derſelben gegenſeitige und gleichzeitige Ver-

änderungen bewirken, und es nach und nach dahin bringen, daß sie eine intermediäre mittlere Temperatur annehmen.

Wenn die Bestandtheilchen der Körper einander nicht berühren (und diese höchst wahrscheinliche Meinung ist allgemein angenommen) so läßt sich, da gar nicht daran zu zweifeln ist, daß diese Theilchen, nach den allgemeinen Gesetzen der Schwere, sich zu einander hindrängen, schlechterdings nicht begreifen, wie diese Theilchen, deren doch eine so beträchtliche Menge dazu gehören, wenn sie einen dichten in die Sinne fallenden Körper bilden sollen, in ihrer gehörigen Lage bleiben können, ohne sich in Bewegung zu setzen.

Nach Maaßgabe dieses Räsonnements könnte man den Schluß machen, als wenn die Bestandtheile der Körper immerfort in Bewegung seyn müßten, und wenn wir die Existenz einer äußerst elastischen Flüssigkeit, des Aethers, annehmen, die im ganzen Weltall jeden Raum ausfüllt, nur den nicht welchen die zerstreuten Theilchen ins Gewicht fallender Körper einnehmen, so ist leicht zu erachten, daß die Bewegungen der Bestandtheile solcher Körper, die in die Sinne fallen, in dieser Flüssigkeit wellen-

för-

förmige Bewegungen verurſachen müſſen, und daß die wellenförmigen Bewegungen dieſer Flüſſigkeit hinwiederum auf die Bewegungen der Beſtandtheile jener Körper ſehr merklich wirken und ſie modificiren.

Man könnte vielleicht glauben, als wenn dieſe in den Beſtandtheilen der Körper vorgehende Bewegungen, mit der Beibehaltung der Formen dichter Körper nicht wohl vereinbarlich ſey; wenn man aber mit einiger Aufmerkſamkeit hierüber nachdenkt, ſo wird man finden, daß die Bewegungen, welche wir ſo eben vorausgeſetzt haben, allerdings Statt finden können, ohne daß dadurch den äußern Formen der Körper das mindeſte von ihrer Fortdauer benommen wird.

Wenn nun die Dinge ſich wirklich in dem Zuſtande befänden, welchen die Hypotheſe, wovon hier die Rede iſt, vorausſetzt, ſo würde nothwendiger Weiſe hieraus folgen müſſen: 1) daß die Summe aller im Univerſum vorhandenen regſamen Kräfte, dieſelbe bleiben müßte, wie auch übrigens die Wirkungen und Gegenwirkungen der Körper beſchaffen ſeyn möchten; und 2) daß die Beſtandtheile aller ins Gewicht fallender Körper ſchlechterdings ſtrahlen müſſen.

Wenn man aber auch annimmt, daß es mit der Exiſtenz des Aethers ſeine völlige Richtigkeit habe, ſo läßt ſich gleichwohl das Strahlen der Körper noch auf eine andere Art erklären; wenn man nämlich vorausſetzt, daß die Beſtandtheile der Körper immer gleichweit von einander entfernt bleiben, und zwar nicht etwa deswegen, weil ſie ſich nach den Geſetzen der Schwere vom Mittelpunkte zu entfernen ſuchen, ſondern weil ſie von einer Atmoſphäre umgeben ſind, die aus Aether, oder einer anderen uns noch zur Zeit unbekannten ſehr elaſtiſchen Flüſſigkeit beſteht, und weil vermittelſt der äußerſt ſchnellen Vibrationen, die in dieſen Atmoſphären Statt finden, in dem die Körper umgebenden Aether wellenförmige Bewegungen entſtehen, wodurch die Temperaturen der Körper verändert werden.

Wenn man dieſe letztere Hypotheſe annimmt, ſo wird zwar das Vibrationsſyſtem, demjenigen, welches eine wärmende Subſtanz vorausſetzt, näher kommen, indeß hat man noch immer keinen hinreichenden Grund, die Erwärmung eines Körpers für eine Folge der Anhäufung dieſer Subſtanz zu halten, ſondern man muß ſie vielmehr als eine Beſchleunigung ihrer Bewegung betrachten.

Um die Theorie der Wärme, welche ſich auf die Hypotheſe der Vibrationen ſtützt, gehörig zu begründen, iſt es nicht nur nöthig, zu zeigen, daß die Vibrationen, worauf es hier ankömmt, möglich ſind, ſondern man muß zugleich auch den Beweis führen, daß die wellenförmigen Bewegungen, welche ſie verurſachen, wirklich exiſtiren.

Wenn ſich die Dinge, von welchen wir umgeben ſind, in ihrem gewöhnlichen Zuſtande befinden, ſo iſt freilich kein ſichtbares Zeichen von Strahlung an ihnen wahrzunehmen; auch bringen ſie nicht die mindeſte Wirkung hervor, welche unſere Sinne unmittelbar und dergeſtalt afficiren könnte, daß wir dadurch auf die Vermuthung geleitet würden, ihre Oberflächen ſeyen ſtrahlende Flächen. Wenn aber der Phyſiker in die Geheimniſſe der Natur eindringen will, ſo muß er beſtändig auf ſeiner Hut ſeyn, damit er ſich weder durch die Beſchaffenheit noch durch Unzulänglichkeit (le ſilence) unſerer Sinne täuſchen läßt.

Fürs erſte, bedarf es wohl keines Beweiſes, daß die Einrichtung unſerer Sinnenwerkzeuge bloß darauf abzweckt, damit wir die Dinge wahrnehmen, welche täglich im menſchlichen Leben vorkommen, und

daß, wenn dieſe Werkzeuge reizbarer wären, uns die Lebensgenüſſe, welche wir ihnen zu danken haben, in den peinlichſten Zuſtand verſetzen würden.

Wenn unſere Ohren eine ſolche Einwirkung hätten, daß ſie von den Vibrationen, die in der Luft Statt finden, ſtark afficirt würden, ſo würden wir unfehlbar, ſelbſt dann, wenn rings um uns her alles ruhig und ſtill wäre, von einem unerträglichen Getöſe betäubt werden; und wenn unſere Augen alle die Strahlen wahrzunehmen vermöchten, welche dieſelben berühren, ſo würde ſie mitten in der Nacht, wenn es auch noch ſo finſter wäre, ein unerträglicher Glanz blenden.

Es iſt bekannt, daß wenn die Anzahl der Vibrationen eines tönenden Körpers in einer Sekunde weniger als dreißig und mehr als dreitauſend beträgt, die vermittelſt dieſer Vibrationen verurſachten wellenförmigen Bewegungen der Luft, die Werkzeuge auf keine gar zu merkliche Art afficiren; und man hat Urſache zu glauben, daß die Empfindlichkeit unſerer Sehorgane noch weit mehr beſchränkt iſt.

Wenn man nun hinlängliche Beweggründe hat, welche die Vermuthung veranlaſſen, daß es Dinge

giebt, die wir mit unſeren Sinnen nicht wahrnehmen können, ſo muß man alle nur erdenkliche Geſchicklichkeit anwenden, um Mittel zu erfinden, ſie auf eine ſinnliche Art darzuſtellen und das Geheimniß ihrer unſichtbaren Wirkungen zu enthüllen.

Mit Beihülfe eines außerordentlich reizbaren Inſtruments, welches ich Thermoſkop nenne, habe ich nicht nur entdeckt, daß alle Körper, unter allen Temperaturen, ſtrahlende Körper ſind, ſondern zugleich auch, daß die Strahlen kalter Körper ſich eben ſo wirkſam zeigen, warme Körper zu kälten, als die Strahlen dieſer letzteren dazu beitragen, kalte Körper zu erwärmen.

Der Haupttheil des Inſtruments, deſſen ich mich bei dieſen mißlichen Unterſuchungen bediene, beſteht aus einer langen gläſernen Röhre, die an beiden Enden umgebogen, und an jedem ihrer oberen Theile mit einer ganz dünnen gläſernen Kugel verſehen iſt, deren Durchmeſſer anderthalb Zoll beträgt. Der mittlere Theil dieſer Röhre, welche gerabeaus geht, liegt horizontal, da hingegen die beiden Enden derſelben, auf welchen die beiden Glaskugeln ruhen, dergeſtalt aufwärts gebogen ſind, daß ſie mit dem horizontalen Theile der Kugel zwei

rechte Winkel bilden. Die Länge des horizontalen Theils der Röhre muß fünfzehn bis sechzehn Zoll betragen, und jedes seiner beiden Enden, welche senkrecht stehen, ist sechs bis sieben Zoll lang. Der innere Durchmesser der Röhre muß ungefähr eine halbe Linie betragen.

Vermittelst eines kleinen Behälters von Glas, der einen Zoll lang ist, von innen eine Linie im Durchmesser hat, hermetisch verschlossen und an die eine Krümmung der Röhre angeschmolzen ist, wird eine kleine Quantität gefärbter Weingeist in das Innere des Instruments gebracht, (und zwar genau so viel, als der Behälter fassen kann, ohne daß dadurch der freie Durchzug der Luft, aus einer Kugel in die andere gehindert wird); und wenn dies geschehen ist, wird das äußerste Ende des Behälters hermetisch verschlossen und jede Kommunikation der in dem Instrumente enthaltenen Luft, mit der äußern atmosphärischen Luft, auf immer unterbrochen.

Wenn man sich nun dieses Instruments zu den Experimenten bedienen will, wird es auf folgende Art in Bereitschaft gesetzt:

Man läßt die Kugel, welche am weitesten vom

Behälter entfernt iſt, in der Hand ein wenig warm werden, dreht ſodann das Inſtrument ſchnell und zwar dergeſtalt um, daß der Behälter aufwärts kömmt, und läßt auf dieſe Art eine kleine Quantität Weingeiſt aus dem Behälter in den horizontal liegenden Theil der Röhre laufen; dann bringt man das Inſtrument ſogleich wieder in ſeine gewöhnliche Richtung, entfernt ſich von demſelben und geduldet ſich ſo lange, bis der in den horizontalen Theil der Röhre übergetretene Weingeiſt auf einer und derſelben Stelle bleibt; dies geſchieht augenblicklich, ſo bald die in den beiden Kugeln enthaltene Luft einerlei Temperatur angenommen hat.

Das kleine mit Weingeiſt gefüllte Fläſchchen, welches am Inſtrumente die Stelle des Zeigers vertritt, (und etwa drei Viertel eines Zolls lang ſeyn kann) muß unweit der Mitte des horizontalen Theils der Röhre, unverrückt auf einerlei Stelle bleiben. Wenn es ſich zu nahe bei der einen oder der anderen Krümmung befände, würde man es wieder in den Behälter thun und die ganze Operation von neuem vornehmen müſſen.

Wann dieſe mißliche Operation beendigt iſt, dann iſt das Inſtrument ſo beſchaffen, daß man

Gebrauch davon machen kann. Die Art und Weise, wie man sich desselben bedient, ist diese:

Man stellt einige leichte mit Goldpapier überzogene Schirme vor eine der beiden Kugeln, und schützt sie vermittelst derselben vor den (warmmachenden oder kältenden) Einflüssen der warmen oder kalten Körper, die der anderen Kugel nahe gebracht werden. Wenn nun diese letztere von einem in ihrer Nähe befindlichen Körper, welcher wärmer oder kälter als das Thermoskop ist, entweder erwärmt oder kalt gemacht wird, so wird durch diese Veränderung der Temperatur zugleich auch die Elasticität der Luft verändert, folglich das kleine mit Weingeist gefüllte Fläschchen, am horizontalen Theile der Röhre, sogleich in Bewegung gesetzt und gezwungen, seine Stelle zu verändern.

Die Richtung, in welcher sich das Fläschchen fortbewegt, zeigt die Beschaffenheit der Veränderung an, die in der Temperatur der Luft Statt gehabt hat, die in der Kugel enthalten ist, bei welcher sich der Körper befindet, der diese Veränderung bewirkt; und der Raum, welchen das Fläschchen durchläuft, ist das Maaß der Vermehrung oder Verminderung der Elasticität, und folglich auch der Temperatur dieser Luft.

Wenn ſich das Fläſchchen von der Kugel, an welche man den zum Experimentiren beſtimmten Körper bringt, entfernt, ſo iſt dies das untrügliche Kennzeichen, daß die in der Kugel enthaltene Luft durch den Einfluß des gedachten Körpers erwärmt worden iſt; wenn ſich hingegen das erwähnte Fläſchchen dieſer Kugel nähert, ſo dienet dies zum Beweis, daß die in dieſer Kugel enthaltene Luft erkaltet iſt.

Die Geſchwindigkeit, mit welcher das Fläſchchen fortrückt, verhält ſich wie die Intenſität der Wirkung des Körpers, welchen man an das Inſtrument bringt.

Um die Intenſitäten der (warmmachenden ſowohl als kältenden) Wirkungen zweier von einander verſchiedenen Körper vergleichen zu können, bringt man ſie, und zwar zu gleicher Zeit, an die beiden Kugeln des Inſtruments und ri[illegible]et ihre Entfernung oder Annäherung in Hinſicht der Kugeln dergeſtalt ein, daß das Fläſchchen mit Weingeiſt unbeweglich auf ſeiner Stelle bleibt.

Im letzteren Falle iſt es klar, daß jene beiden Körper auf die Kugeln, in deren Nähe ſi ſich befin-

den, gleich ſtark wirken, und berechnet man die verhältnißmäßige Intenſität der Strahlung eines jeden der vorerwähnten beiden Körper nach der Quantität ſeiner gegen die Kugel gekehrten Fläche, und nach dem Quadrat ſeiner Entfernung von dieſer Kugel.

Wenn man die Intenſität der warmmachenden Wirkung eines warmen Körpers, mit der Intenſität der kaltmachenden Wirkung eines kalten Körpers, vergleichen will, ſo muß man zuförderſt eine der Kugeln des Inſtruments vermittelſt einiger Schirme verdecken, dann die gedachten Körper und zwar beide zugleich, an die andere Kugel bringen, und ihren Abſtand von derſelben dergeſtalt einrichten, daß ihre gleichzeitigen Wirkungen auf dieſe Kugel, einander vollkommen gleich ſind, d. i. bis ſie der eine eben ſo ſtark erwärmt, als der andere ſie kältet.

Dieſe Gleichheit der Wirkung ergiebt ſich aus dem Stillſtehen des Fläſchchens mit Weingeiſt, welches an dem Inſtrumente die Stelle des Zeigers vertritt; und ſo bald dieſe Gleichheit der Wirkung keinen Zweifel mehr leidet, berechnet man die Intenſitäten der Strahlungen jener Körper, nach den verhältnißmäßigen Quantitäten ihrer gegen die Kugeln

gekehrten Flächen und nach den Quadraten ihrer Entfernungen von dieſer Kugel.

Die Reizbarkeit dieſes Inſtruments iſt ſo außerordentlich ſtark, daß, wenn die Temperatur deſſelben auf 10 bis 12 Grad des Reaumurſchen Thermometers ſteht, die ſtrahlende Wärme der Hand, wenn man dieſelbe in einer drei Schuh weiten Entfernung gegen die Kugel hält, ſchon hinreichend iſt, zu bewirken, daß die Weingeiſtblaſe einige Linien weit fortrückt; und die kältenden Einflüſſe einer Scheibe von Metall, welche ſchwarz iſt, vier Zoll im Durchmeſſer hat und ſich in derſelben Temperatur befindet, worin das Eis ſchmiltzt, verurſacht in einer Entfernung von achtzehn Zoll, daß die Blaſe, und zwar ſo ſchnell, daß man ſolches ſehr deutlich wahrnehmen kann, in der entgegengeſetzten Richtung fortrückt.

Mit Beihülfe dieſes Inſtruments habe ich folgende Entdeckungen gemacht: 1) daß alle Körper, ihre Temperatur ſey welche ſie wolle (mithin die kalten Körper eben ſowohl als die warmen Körper) von ihren Oberflächen unaufhörlich Strahlen abſchicken, oder vielmehr, welches mir noch wahrſcheinlicher vorkömmt, wellenförmige Bewegungen verurſachen, die mit den wellenförmigen Bewegungen der Luft viel

Aehnlichkeit haben, welche die tönenden Körper in allen Richtungen aussenden, und daß diese Strahlen oder wellenförmige Bewegungen nach und nach die Temperaturen aller jener Körper verändern, oder wenigstens afficiren, an welche sie anstoßen, ohne von denselben abzuprallen, und zwar in allen jenen Fällen, wo die auf die eben erwähnte Art von denselben berührten Körper mehr oder minder warm sind, als der Körper von dessen Oberfläche die Strahlen oder wellenförmigen Bewegungen ausfließen.

2) Daß die Intensität der Strahlungen verschiedener Körper, die in einerlei Temperatur stehen, sehr verschieden seyn kann; daß sie schwächer in jenen Körpern ist, welche die Lichtstrahlen zurückwerfen, als in denen, welche dieselben einsaugen; — schwächer in den Metallen, als in ihren Oxyden — schwächer in dunkeln und glatten Körpern, als in andern, die nicht ganz durchsichtig und nicht glatt sind. So giebt z. B. das Messing, die Temperatur desselben sey welche sie wolle, viermal so viel Strahlen von sich, wenn es mit einer Schicht Oxyd überzogen, und fünfmal so viel, wenn es über einem brennenden Lichte schwarz angelaufen ist, als wenn dieses Metall eine ganz reine und sehr glatte Oberfläche hat.

3) Daß die Strahlen, welche die Körper bei völlig gleicher Temperatur einander zuſchicken, nicht das mindeſte dazu beitragen, in der Temperatur des einen oder des andern dieſer Körper eine Art von Veränderung zu bewirken.

4) Daß die Strahlen, welche ein Körper, von welcher Art er ſeyn möge, ſo bald er eine gewiſſe Temperatur angenommen, hat, von ſeiner Oberfläche in allen möglichen Richtungen abſchickt, ſich gegen andere Körper, die von ihnen berührt werden, nur in ſo fern als warmmachende oder kältende Strahlen verhalten, als dieſe Körper wärmer oder kälter ſind, als der, von deſſen Oberfläche dieſe Strahlen ausfließen; ſo daß dieſelben Strahlen, in Bezug auf alle Körper, welche minder warm ſind als der von welchem ſie ausfließen, als warmmachende Strahlen, dagegen aber auf alle die, welche wärmer als der gedachte Körper ſind, als kaltmachende Strahlen wirken.

Aus dieſen Thatſachen könnte man a priori ſchlieſſen, daß Körper, die, ſo lange ſie warm ſind, viele warmmachende Strahlen abſchicken, eben auch, wenn ſie kälter werden, als andere ſie umgebende Körper, denſelben eine Menge kaltmachender Strahlen zuſchik-

len müssen. Und dies ist es auch wirklich, wovon ich vermittelst meiner Experimente überzeugt worden bin.

Aus den Experimenten die mit Körpern von gleichem Gehalt, von einerlei Art, und in gleichen Intervallen der Temperatur vorgenommen wurden, ergab sich, daß die kaltmachenden Einflüsse kalter Körper eben so gewiß Realität hatten, und sich jedesmal eben so wirksam erzeigten, wie die warmmachenden Strahlen warmer Körper.

Als man an die eine Kugel eines Thermoskops, dessen Temperatur nach dem Reaumurschen Thermometer 20 Grad betrug, zu gleicher Zeit und in gleich weiten Entfernungen zwei metallene Scheiben brachte, deren Durchmesser gleich groß waren, und von welchen die Temperatur der einen auf 0 (der Temperatur des schmelzenden Eises) die der andern hingegen auf 40 Grad stand, blieb der Zeiger des Instruments ganz ruhig, und gab dadurch zu erkennen, daß die Kugel durch die Strahlen des kalten Körpers eben so sehr erkaltet, als durch die Strahlen des warmen Körpers erwärmt worden war.

Wenn man die Oberfläche der einen dieser Scheiben (gleichviel übrigens welcher) schwarz macht, so

wird dadurch die Intenſität der Strahlung dieſer (ſchwarzgemachten) Scheibe, dergeſtalt vermehrt, daß es ihr die andere in dieſer Hinſicht ſchlechterdings nicht nachthun kann; wenn man aber die andere ebenfalls ſchwarz macht, ſo wird die Gleichheit der Wirkung in eben dem Nu wieder hergeſtellt.

Wenn die Ausflüſſe der (warmen ſowohl als kalten) Körper wellenförmige Bewegungen ſind, die in einer außerordentlich dünnen und elaſtiſchen Flüſſigkeit Statt finden, welche man Aether zu nennen pflegt, ſo muß es ſich mit der Kommunikation der Wärme und der Kälte auf eben die Art verhalten, wie mit der Kommunikation des Schalls, und alle mechaniſche Hülfsmittel, welche man in der Abſicht erfand, die Intenſität des Schalls zu verſtärken, müſſen eben auch anwendbar ſeyn, die durch die Ausflüſſe kalter und warmer Körper hervorgebrachten Wirkungen zu verſtärken. Auch weiß ich aus eigener Erfahrung, daß ein Sprachrohr (eine kegelförmige meſſingene Röhre, die von innen eine feine Politur hatte) welches man zwiſchen die eine Kugel des Thermoſkops und eine aus dünnem Kupfer beſtehende Kugel legte, welche drei Zoll im Durchmeſſer hatte, und worin ſich zerſtoßenes Eis befand, die Wirkung dieſes kalten Körpers auf das Inſtrument dreifach

verſtärkte, als ſie demſelben bis auf zwölf Zoll nahe gebracht wurde.

Wenn ich mich einer Metapher bedienen darf, die zwar etwas ſtark iſt, aber die Idee, welche ich mir von der eben erwähnten mechaniſchen Operation mache, ſehr richtig ausdrückt, ſo muß ich ſagen, daß die kalte Kugel vor der großen Oeffnung des Sprachrohrs ſprach, indeß die Thermoſkopkugel vor der kleinern Oeffnung deſſelben zuhörte.

Wenn es wahr iſt, daß die Beſtandtheile empfindlicher Körper, unaufhörlich von ſchnell auf einander folgenden vibratoriſchen Bewegungen hin und her gerüttelt werden, und daß zufolge dieſer nämlichen Bewegungen, die Körper in allen Temperaturen von allen Punkten ihrer Oberflächen unaufhörlich Strahlen oder wellenförmige Bewegungen abſchicken, die jenen wellenförmigen Bewegungen gleichen, welche durch die Vibrationen tönender Körper in der Luft bewirkt werden; und wenn die Körper, bei verſchiedenen Temperaturen, von fern auf einander wirken, und zwar vermittelſt dieſer nämlichen Strahlen oder wellenförmigen Bewegungen, welche in den Temperaturen derſelben gleichzeitige gegenſeitige Veränderungen hervorbringen, und ſie allmählig auf

eine

eine gemeinſchaftliche, mittlere und intermediäre Temperatur zurückführen: ſo hat man das Erkalten eines warmen Körpers als das Reſultat der wirklichen und poſitiven Einwirkung minder warmer Körper zu betrachten, von welchen er umgeben iſt; und da hienächſt die Strahlen warmer Körper, folglich auch die der kalten Körper, größtentheils von den glatten Oberflächen dunkler Körper abprallen; und da ferner die Strahlen, welche ſonach abprallen, auf den Körper, von deſſen Oberfläche ſie abgeprallt ſind, nur wenig oder gar nicht wirken; ſo läßt ſich hieraus a priori ſchließen, daß die dunkeln glatten Körper langſamer erkalten, und langſamer warm werden, als jene Körper, welche nicht ganz durchſichtig und auch nicht glatt ſind.

Nun will ich die Reſultate mehrerer auf einander folgenden Experimente anführen, die in der Abſicht veranſtaltet wurden, über dieſen Punkt, worauf in der Theorie der Wärme ſo außerordentlich viel ankömmt, Licht zu verbreiten.

Ich hatte mir zwei cylinderförmige Gefäße (von vier Zoll im Durchmeſſer und vier Zoll Höhe) aus dünn geſchlagenem Meſſing machen laſſen, die von außen eine feine Politur hatten. Eines dieſer Ge-

säße ließ ich über einem brennenden Wachslicht schwarz anlaufen, füllte sodann beide Gefäße mit kochendem Wasser, und setzte sie zu gleicher Zeit, mitten im Winter, in ein großes Zimmer, wo kein Luftzug war, und ließ sie erkalten.

Das schwarz gemachte Gefäß erkaltete in zwiefach kürzerer Zeit, als das andere, dessen Metallfläche rein und sauber war.

Als endlich die beiden Gefäße einerlei Temperatur angenommen hatten, (nämlich die der kalten Luft, welcher sie ausgesetzt waren) ließ ich sie in ein geheiztes Zimmer tragen, wo ich denn fand, daß das schwarz angelaufene Gefäß doppelt so schnell erwärmt wurde, als das andere.

Ich ließ das schwarz angelaufene Gefäß säubern, und bekleidete es mit einer ganz einfachen Umhüllung von feiner Leinwand, welche dicht anschloß. Als ich nun die vorigen Experimente mit diesen beiden Gefäßen wiederholte, hatte jenes, das der kalten Luft ohne Bekleidung ausgesetzt wurde, 45 Minuten nöthig, bevor es in einem gewissen Intervall, welches nach der Skale des Fahrenheitschen Thermometers 10 Grad betrug, völlig kalt wurde; d. i. das Thermometer

mußte zuförderſt von 50 auf 40 Grad fallen, ehe das Gefäß die Temperatur der im Zimmer befindlichen Luft annahm; da hingegen das andere Gefäß, welches mit feiner Leinwand bekleidet war, nur 29 Minuten Zeit brauchte, um ſeine Erkaltung in demſelben Intervall zu vollenden.

Als die beiden Gefäße einerlei Temperatur angenommen hatten, verſetzte man ſie wieder in ein warmes Zimmer, und da fand ſich, daß das mit Leinwand umhüllte Gefäß ungleich geſchwinder warm wurde, als das andere, welches mit keiner Bekleidung verſehen war.

Wenn nun gleich dieſe Experimente nicht unumſtößlich beweiſen, daß die Körper Strahlungen verurſachen, und daß die Temperatur eines Körpers vermittelſt der Strahlungen anderer denſelben umgebenden Körper verändert wird, ſo dienen ſie doch ganz gewiß dazu, dieſer Vermuthung einen hohen Grad von Wahrſcheinlichkeit zu verſchaffen.

Außer den bereits erwähnten Experimenten, wurden auch noch mehrere andere Experimente veranſtaltet, um über dieſen Punkt Licht zu verbreiten, und immer führten dieſelben auf Reſultate, die dazu beitrugen, die gedachte Hypotheſe zu beſtätigen.

Unter allen uns bekannten Körpern, ſind die Metalle die dunkelſten, und wie es ſcheint, geben ſie einander in dieſer Hinſicht nichts nach. Ferner hat es das Anſehen, als wenn die Oberfläche eines Metalls, welche von allem entblößt, und nicht im mindeſten beſchmutzt iſt, ungeachtet der Irregularitäten ihrer äußern Form, wodurch der Metallglanz gebrochen, und nach aller Wahrſcheinlichkeit vermindert wird, immer glatt bliebe. Wenn dieſe Vermuthungen Grund haben, ſo läßt ſich hieraus der Schluß machen, daß alle Metalle ohne Ausnahme die Eigenſchaft beſitzen, die Strahlen, von welchen ihre Oberflächen berührt werden, von ſich abprallen zu laſſen; und wenn die Körper von den Strahlen anderer ſie umgebenden Körper warm oder kalt gemacht werden, ſo folgt, daß unter allen uns bekannten Körpern die Metalle nicht nur die meiſte Zeit brauchen, die Wärme oder Kälte anzunehmen, ſondern zugleich auch, daß das Erwärmen oder Kaltwerden aller Metalle überhaupt, mit gleichen Schwierigkeiten verbunden iſt, und mithin gleich langſam von ſtatten geht.

Um den Grund oder Ungrund dieſer Vermuthungen aus Erfahrung kennen zu lernen, ließ ich mir mehrere aus verſchiedenen Metallen beſtehende cylin-

drische Gefäße machen, die sammt und sonders einerlei Form und Größe hatten; und da fand ich denn wirklich, daß alle diese Gefäße in einerlei Zeitdauer warm oder kalt wurden. Das eine war von Messing, das andere von Zinn, das dritte von Blei, und noch andere waren mit dünnen Gold- oder Silberblättchen belegt. Alle diese Gefäße hatten vier Zoll im Durchmesser und waren vier Zoll hoch. Wenn man dieselben mit kochendem Wasser füllte, und sie (im Winter) in die kalte Luft eines großen Zimmers stellte, wo alles ruhig und still war, so vollendeten sie ihre Erkaltung, in dem Intervall von 10 Grad, binnen 45 bis 46 Minuten.

Diese gleich starke Empfänglichkeit für das Warm- und Kaltwerden, welche zu den eigenthümlichen Eigenschaften aller Metalle gehört, ist äußerst merkwürdig, und läßt sich, meines Erachtens, nicht leicht erklären, wenn man nicht voraussetzt, daß ihnen die Wärme durch Strahlungen mitgetheilt wird.

Da man voraussetzen konnte, daß vielleicht eine Luftschicht, die sich, vermittelst der Attraktion, auf den Oberflächen aller dieser metallenen Gefäße auf eine oder die andere Art angesetzt habe, diese, dem Ansehen nach, gleich starke Empfänglichkeit für das Kaltwerden, verursacht haben möge, so veranstaltete

ich folgende Experimente, um die Sache gehörig ins Licht zu ſetzen.

Ich ließ eines der beiden meſſingenen Gefäße, Anfangs mit einer, hernach mit zwei, dann mit vier, und endlich mit acht Schichten Lackierfirniß überziehen, und ſo oft eine neue Schicht aufgetragen war, wurde das Experiment mit den beiden Gefäßen wiederholt. Während der Zeit, daß das Gefäß, welches mit keiner Bekleidung verſehen war, regelmäßig *während des mehrerwähnten Intervalls der Temperatur* (von 10 Grad) in Zeit von 45 Minuten erkaltete, wurde das andere lackierte Gefäß mehr oder weniger ſchnell kalt, je nachdem die Oberfläche deſſelben mehr oder weniger dick mit Lackfirniß überzogen war; aber doch immer merklich geſchwinder, als das andere Gefäß, deſſen Oberfläche von allem völlig entblößt war.

Mit einer Schicht Firniß überzogen, erkaltete daſſelbe in	=	=	31	Min.
Mit zwei Schichten	=	=	25½	=
Mit vier Schichten	=	=	20¼	=
Mit acht Schichten	=	=	24	= *)

*) Während der mit mehrern Lackſchichten veranſtalteten Experimente, wovon ich der königlichen Societät der

Da nun die Luftschicht, welche sich, unserer Voraussetzung zu Folge, an die Oberfläche jenes Gefäßes, als dasselbe noch nicht lackiert war, vielleicht angehangen hatte, eben so gut von einer Schicht Lack, als von zwei, oder mehreren Schichten, verdrängt werden konnte, so lassen sich die Resultate dieser Experimente wohl schwerlich mit der Voraussetzung vereinbaren, daß eine Luftschicht, welche sich auf den Oberflächen aller aus verschiedenen Metallen bestehenden Gefäße, festgesetzt hatte, die Ursache gewesen seyn könne, weswegen sie sammt und sonders auf einerlei Art und zwar sehr langsam erkalteten.

Als man dieses nämliche Experiment mit einem gläsernen Gefäße und einem aus Eisenblech bestehenden Gefäße, von neuem wiederholte, fand sich, daß das gläserne Gefäß weit schneller erkaltete, als das Gefäß von Eisenblech, obgleich die Seitenwände des

Wissenschaften zu London Rechenschaft abgelegt habe, waren die äußersten Theile des metallenen Gefäßes mit warmen Umhüllungen bekleidet, und die Zeiten, in welchen der Apparat erkaltete, waren von längerer Dauer. In vorliegendem Fall wird vorausgesetzt, daß das Gefäß, so wie die vertikale Wand desselben, von allem entblößt war.

erſteren ſechsmal ſo ſtark waren, als die Seitenwände des letzteren.

Im Waſſer wurde das Gefäß von Eiſenblech in einer weit kürzern Zeit kalt.

Da ich nun aus dieſen und mehreren anderen Experimenten, deren ausführliche Beſchreibung hier zu weitläuftig ſeyn würde, erſehen hatte, daß die Leichtigkeit, mit welcher ſich ein Körper erwärmen oder kälten läßt, großentheils auf der Beſchaffenheit ſeiner Oberfläche beruhet, und daß dieſe Operationen immer langſamer und ſchwerer von ſtatten gehen, je nachdem die Oberfläche eines Körpers dazu geeignet iſt, die Strahlen, welche dieſelben berühren, von ſich abprallen zu laſſen, ſo konnte ich kaum die Zeit erwarten, wo ich im Stande ſeyn würde, meine nun einmal angenommene Theorie der Wärme zur Erklärung einiger großen und intereſſanten Naturerſcheinungen anzuwenden, und ſie eben dadurch noch ſtärker auf die Probe zu ſtellen.

Die Natur hat uns eine der intereſſanteſten Erſcheinungen ganz nahe vor Augen geſtellt, die gewiß unſere ganze Aufmerkſamkeit in jeder Rückſicht verdient.

In wärmen Ländern sind die Menschen schwarz, unter kalten Himmelsstrichen hingegen sind sie weiß.

Worin bestehen nun eigentlich die Vorzüge, welche den Negern ihre schwarze Farbe verschafft, wodurch sie in Stand gesetzt werden, unter ihrem brennend heißen Klima ohne die mindeste Unbequemlichkeit einen Grad von Wärme zu ertragen, den die Weißen unmöglich aushalten könnten?

Vermittelst des Athembolens wird ganz natürlicher Weise unter jedem Himmelsstriche eine starke Quantität Wärme in den Lungen erzeugt. Wenn sich folglich der Mensch in einer Lage befindet, wo die Luft und alle ihn umgebende Körper wärmer als sein Blut sind, und er dennoch am Leben bleiben soll, so muß die Oberfläche seines Körpers schlechterdings von solcher Beschaffenheit seyn, daß sie leicht kalt wird; denn da sonst die ohnehin nicht sehr kältenden Strahlen, welche ihm von den ihn umgebenden Körpern zugeschickt werden, bei weitem nicht hinreichend seyn würden, ihn von der Hitze zu befreien, die unaufhörlich in seinen Lungen entsteht, so würde er, wegen allzu großer Anhäufung dieser Wärme, gar bald ersticken müssen und leblos darnieder sinken.

In einem kalten Lande, wo das Kaltwerden der Oberfläche des Körpers, welches durch andere ihn umgebende kalte Körper bewirkt wird, mehr als hinlänglich ist, der unaufhörlichen Erhitzung, welche das Athemholen verursacht, das Gleichgewicht zu halten, kann man zwar den Körper gegen die allzu kaltmachende Wirkung derselben vermittelst der Kleidungsstücke in Sicherheit setzen; noch zur Zeit aber ist uns keine einzige Kleidung bekannt, wodurch das Kaltwerden des menschlichen Körpers unter einem sehr heißen Himmelsstriche genugsam erleichtert würde.

Was that die Natur, um diesen Mangel zu ersetzen? Sie verlieh den Einwohnern warmer Länder eine schwarze Haut. Diese Farbe verursacht, daß sich der Neger nicht leicht erhitzt, sondern sich vielmehr in einer Lage, wo der Weiße vor Hitze verschmachten würde, in einem ganz behaglichen Zustande befindet. Eben so gewiß ist es aber auch, daß er unter einem Klima, welches dem Weißen sehr milde vorkömmt, an allen Gliedern vor Kälte zittert und bebt.

Es ist bekannt, daß eine schwarze Fläche eine viel kleinere Quantität Lichtstrahlen abprallen läßt, als eine weiße Fläche; auch scheinen die Resultate

ller, sowohl von mir selbst, als auch von Anderen, angestellten Experimente zu beweisen, daß jene Flächen, welche die Eigenschaft besitzen, die Lichtstrahlen abprallen zu lassen, zugleich auch diejenigen sind, von welchen die warmmachenden und kaltmachenden Strahlen, die von allen Körpern ununterbrochen auf die Oberflächen derselben abgeschickt werden, ebenfalls abprallen: und wenn die Temperatur eines Körpers, vermöge der Einwirkung anderer denselben umgebenden Körper, die ihm durch deren Strahlung mitgetheilt wird, zu sehr überladen wird, so ergiebt sich hieraus deutlich und klar, wie es zugeht, daß ein Neger zwischen den Wendezirkeln mehr Hitze und in den Gegenden am Nordpol, mehr Kälte auszustehen hat, als ein anderer Mensch, dessen Haut weiß ist.

Wenn sich nun aber der Neger warmmachenden Strahlen, zum Beispiel den Sonnenstrahlen aussetzt, sollte er alsdann eben nicht mehr Hitze auszuhalten haben, als ein Weißer? Unfehlbar würde dies der Fall seyn, wenn die Natur nicht zuvor gesehen hätte, welcher Gefahr sie ihn dadurch aussetzen würde, und auf Mittel bedacht gewesen wäre, dem Uebel vorzubeugen.

Wenn ſich der Neger den Sonnenſtrahlen ausſetzt, tritt ſogleich auf der Oberfläche ſeiner Haut eine ölichte Materie hervor, und macht, daß ſie anfängt zu glänzen; die Strahlen von welchen ſie berührt wird, prallen großentheils ab, und der Neger verſpürt eben keine ſonderliche Hitze.

Die Sonne geht unter, und der Neger kehrt in ſeine Hütte zurück; die ölichte Materie, womit die Oberfläche ſeines Körpers bedeckt war, verliert ſich wieder unter der Haut, und er behält alle jene Vortheile, die ihm ſeine Farbe verſchafft, um ſich immer von neuem abkühlen zu können.

Wenn nun eine Schicht Oel, womit die Haut überzogen iſt, den Körper gegen die allzu intenſive Wirkung warmmachender Strahlen ſchützt, ſo muß ſie unfehlbar auch dazu dienen, ihn in ſehr kalten Ländern, beſonders im Winter, wo die Sonne nie aufgeht, gegen die Wirkung kaltmachender Strahlen zu ſichern. Beſchmieren ſich denn aber die Lappländer nicht auch mit Oel?

Es war mir zu viel an der Auflöſung dieſes wichtigen Problems gelegen, als daß ich nicht alles

mögliche hätte anwenden ſollen, es vollends ins Licht zu ſetzen.

Das folgende Experiment ſchien, meines Erachtens, die vorzüglichſten Thatſachen, worauf es hier ankömmt, ſo ziemlich außer Zweifel zu ſetzen.

Ich umhüllte meine beiden cylinderförmigen Gefäße mit einer animaliſchen Subſtanz, nämlich mit dünnen Goldſchlägerhäutchen, überſtrich die eine Umhüllung mit Tuſche, ließ aber der anderen ihre natürliche weiße Farbe. Als dies geſchehen war, füllte ich beide Gefäße mit kochendem Waſſer, und ließ ſie zu gleicher Zeit in einem großen Zimmer, wo kein Luftzug Statt hatte, kalt werden.

Das Gefäß mit der ſchwarzen Umhüllung bezeichnete einen Neger; das mit der weißen hingegen, einen weißen Menſchen.

Der Neger wurde viel geſchwinder kalt, als der Weiße. Er vollbrachte die Zeit ſeines Kaltwerdens, in dem gewöhnlichen Intervall von 10 Grad, binnen 23½ Minuten, da hingegen der Weiße hiezu 28 Minuten bedurfte.

Dieſes intereſſante Experiment wurde den 23ten März 1803 zu München veranſtaltet. Die Reſultate deſſelben bedürfen keiner weiteren Erklärung; die Aerzte und Phyſiologen mögen entſcheiden, in wie fern man dieſelben benutzen kann, um die Weiſen, welche Berufswegen in heißen Weltgegenden wohnen, bei guter Geſundheit zu erhalten.

Betrachtungen

über

die Waſſergruben,

welche

den Sommer hindurch auf den großen maſſiven Eismaſſen oder Gletſchern bei Chamouny entſtehen;

nebſt

einigen Bemerkungen

über

die Fortpflanzung der Wärme in Flüſſigkeiten;

vorgeleſen

in der Königl. Societät der Wiſſenſchaften zu London, im Monat November 1803.

Als ich im Auguſt vorigen Jahres in Geſellſchaft von Madame Lavoiſier und des Profeſſor Pictet, aus Genf, die Gletſcher bei Chamouny beſtieg, hatte ich Gelegenheit auf dem ſogenannten Eismeere eine Naturerſcheinung zu bemerken, die

zwar in diesen hohen und kalten Regionen sehr oft vorkommen soll, mir aber ganz neu war und mich äußerst überraschte. Wir wurden nämlich auf der Oberfläche einer überaus großen und dicken Eismasse ein vollkommen cylinderförmiges Loch, oder vielmehr eine Art von Grube gewahr, welche ungefähr sechs Zoll im Durchmesser hatte, über vier Schuh tief und bis an den Rand mit Wasser angefüllt war. Als ich das Innere dieser Grube mit einem Stocke sondirte, fand ich, daß die Seiten desselben glatt waren, und daß der Boden eine gut zugerundete Halbkugel bildete. Die Achse der Grube war zwar nicht ganz vertikal, neigte sich aber gegen Mittag zu ein wenig abwärts, und diese Neigung war Ursache, daß der horizontale Abschnitt der Grube nicht ganz zirkelrund zulief, sondern eine Ellipse bildete.

Unsere Wegweiser erzählten mir, daß dergleichen cylinderförmige Löcher in den ebenen Gegenden des Gletschers häufig anzutreffen wären, daß sie im Sommer entstünden und bei zunehmender Wärme immer tiefer würden, bei eintretendem Winter aber wieder zufrören und nicht mehr zu sehen wären.

Nun lege ich allen denen, welche durchaus nicht zugeben wollen, daß das Wasser ein Ableiter der Wär-

Wärme ſey, die Frage vor: Wie mögen wohl dieſe mit Waſſer gefüllten Gruben entſtanden ſeyn? — Wenn man freilich vorausſetzt, daß zwiſchen den neben einander befindlichen Beſtandtheilen dieſer Flüſſigkeit, deren Temperaturen ſehr verſchieden ſind, gar keine unmittelbare Kommunikation der Wärme Statt finden könne, ſo iſt die Sache leicht zu erklären; nach jeder andern hypothetiſchen Vorausſetzung ſcheint ſie mir aber ſchlechterdings unerklärbar zu ſeyn.

Die Maſſe ſtehenden Waſſers, womit die Grube beſtändig angefüllt iſt, muß ſich natürlicher Weiſe in einer Temperatur befinden, die dem Gefrierpunkte gleichkömmt; denn ſie iſt überall von Eis umgeben (nur nicht auf der kleinen Oberfläche, die von der Luft berührt wird). — Aber die Grube wird, ſo lange der Sommer dauert, immer tiefer. Woher alſo die Wärme, welche verurſacht, daß das Eis auf dem Boden der cylinderförmigen Höhlung immerfort ſchmilzt? Wie mag es zugehen, daß dieſe Wärme nur auf den Boden der Grube wirkt, und nicht zugleich auch auf ihre Seitenwände?

Dieſe ſonderbaren Erſcheinungen würden ſich, wie mich dünkt, auf folgende Weiſe erklären laſſen:

Die warmen Winde, welche zur Sommerszeit über dieſe eiskalte Waſſerſäule hinwegſtreichen, müſſen den Partikeln, welche von dieſer warmen Luft unmittelbar berührt werden, ganz natürlicher Weiſe einen kleinen Grad von Wärme mittheilen. Da nun die auf der Oberfläche des Waſſers befindlichen und ſonach erwärmten Partikeln, durch dieſe kleine Vermehrung ihrer Temperatur ſpecifiſch ſchwerer werden, ſo ſinken ſie ganz langſam auf den Boden der Grube hinab, und theilen dem Eiſe, welches ſie nun unmittelbar berühren, ihre Wärme mit, ſo daß die Tiefe der Grube immer mehr und mehr zunimmt.

Dieſer ganz natürliche Prozeß ſcheint genau derſelbe zu ſeyn, welcher bei einem meiner Experimente Statt hatte, wovon ich in meinem Verſuche über die Fortpflanzung der Wärme in flüſſigen Sachen, (S. das Experiment No. 17) *) geſprochen habe, und deſſen Reſultat, ſo viel ich weiß, noch zur Zeit von Niemandem auf eine befriedigende Art erklärt worden iſt.

*) S. meinen ſiebenten Verſuch im zweiten Bande, S. 248; und die Bibl. Brit. T. V. p. 134 ff.

Es giebt auch noch eine andere Naturerscheinung, deren gründliche Erklärung ich gern von denen vernehmen möchte, welche durchaus nicht zugeben wollen, daß die Meinungen, welche ich in Betreff der Art und Weise, wie sich die Wärme in flüssigen Dingen fortpflanzt, nothgedrungen annehmen mußte, einigen Grund haben. Nämlich: wie es zugeht, daß das Wasser auf dem Boden tiefer Teiche, zu allen Jahreszeiten ohne eine merkliche Abwechselung immer in einerlei Temperatur bleibt.

Diese einzige Thatsache würde meines Erachtens schon zum hinreichenden Beweis dienen können, daß wenn eine unmittelbare Mittheilung der Wärme zwischen den einander benachbarten Bestandtheilen oder Partikeln des Wassers, d. i. von einer zur andern, oder von der nächsten zur nächstfolgenden, Statt findet, diese Mittheilung so außerordentlich langsam erfolgen müsse, daß sie offenbar für nichts zu achten ist; und nur in diesem sehr eingeschränkten Sinn wünschte ich verstanden zu werden, wenn ich sage, daß ich die Flüssigkeiten für Nichtleiter der Wärme halte.

So oft ich zeither von Fortpflanzung der Wärme in flüssigen Dingen handelte, schränkte ich mich

immer bloß darauf ein, wirkliche Thatſachen zu unterſuchen, ohne je eine Vermuthung über die Urſache beobachteter Thatſachen zu wagen; allein vermittelſt der Reſultate neuerer Experimente, welche man über das Strahlen warmer und kalter Körper angeſtellt hat (und wovon ich der Königl. Societät der Wiſſenſchaften Bericht zu erſtatten in kurzem die Ehre haben werde) *) iſt ſowohl über die Beſchaffenheit der Wärme, als über die Art und Weiſe, wie ſie ſich mittheilt, mehr Licht verbreitet worden. Ich hoffe daher zeigen zu können, warum alle Veränderungen der Temperatur durchſichtiger Flüſſigkeiten ſchlechterdings auf den Oberflächen derſelben Statt finden müſſen.

Es machte mir ungemein viel Vergnügen, als ich in Erfahrung brachte, daß verſchiedene Gelehrte, zu London und Edinburg, ſich damit beſchäftigten, die Art und Weiſe zu erforſchen, wie ſich die Wärme in flüſſigen Dingen fortpflanzt, und daß ſie eine Menge neuer und ſinnreicher Experimente veranſtaltet haben, um dieſen Gegenſtand ins Licht zu ſetzen. Wenn ich es bis jetzt nicht öffentlich bekannt werden

*) Dies bezieht ſich auf das vorhergehende Memoire, welches der Königl. Societät im November 1803 zugeſchickt wurde.

ließ, daß ich ihre Bemerkungen über meine in dieſer Hinſicht geäußerten Meinungen prüfte, ſo iſt mein Stillſchweigen keineswegs der Urſache zuzuſchreiben, als wenn ich befürchtet hätte, ihnen zu mißfallen, ſondern es rührte vielmehr davon her, daß es mir ſchlechterdings nicht möglich war, die Reſultate meiner eigenen Experimente nach andern Grundſätzen zu erklären, als jenen, die ich nach reifer und unparteiiſcher Ueberlegung angenommen habe; ferner, weil ich glaubte, daß meine eigenen Erfahrungen wenigſtens eben ſo wahrſcheinlich ſeyen, wie jene, welche man denſelben entgegenſtellte; endlich, weil ich die weſentlichſten Punkte, worin wir, was den Uebergang (paſſage) der Wärme in flüſſige Dinge betrifft, von einander abweichen, zufolge der Umſtände, die mit verſchiedenen großen Naturwirkungen vereinbart ſind, für ſo klar und deutlich beſtätigt hielt, daß dieſes Zeugniß meiner Einſicht nach, nicht im mindeſten durch Schlußfolgen geſchwächt werden konnte, die aus unvollſtändigen Experimenten gezogen wurden, worunter es, nach dem eigenen Geſtändniß ihrer Erfinder, ſogar ſolche gab, auf die man ſich nicht genugſam verlaſſen konnte.

Bei allen unſern Verſuchen, die Wärme in flüſſigen Dingen von oben nach unten fortzupflanzen,

kann es nicht anders seyn, als daß die Wärme, welche sich unvermeidlicher Weise in die Seitenwände der Gefäße zieht, worin die Flüssigkeiten enthalten sind, das Resultat des Experiments sehr zweifelhaft macht; und wenn ein solches Gefäß aus Eis besteht*), so verursacht die Bewegung des aus dem zerschmelzenden Eise hervorkommenden Wassers, von oben nach unten, in der Flüssigkeit gewisse Bewegungen, und folglich auch Unrichtigkeiten in den Resultaten, die, wie ich aus eigener Erfahrung weiß, von noch größerm Belang sind, als jene; und wenn die Thermometer, welche man in geringer Entfernung von der Oberfläche, in die Flüssigkeit taucht, durch die Einwirkung eines auf der Oberfläche der Flüssigkeit vorhandenen Körpers, ein wenig erwärmt werden, so ist dies noch lange kein hinreichender Beweis, daß diese Wärme dem Thermometer durch die Flüssigkeit von oben nach unten, d. i. von einer Partikel zur andern, oder von der nächsten zur nächstfolgenden, mitgetheilt wurde; weit entfernt, daß dies wirklich der Fall wäre, kann dieser Umstand nicht einmal zum Beweis dienen, daß das Thermometer den Grad der Wärme, welchen es anzeigt, von der

*) Herr Murray gebrauchte zu seinen Experimenten Gefäße von Eis.

daſſelbe umgebenden Flüſſigkeit wirklich erhalten habe; denn es iſt allerdings möglich, (und das Gegentheil kann ſchlechterdings nicht bewieſen werden) daß jene Wärme durch die Strahlung eines einzigen unweit der Oberfläche der mehrerwähnten Flüſſigkeit vorhandenen Körpers bewirkt wurde.

Als ich die Experimente veranſtaltete, die ich in meinem Verſuche über die Fortpflanzung der Wärme, ausführlich beſchrieben habe, ſtellte ich große Quantitäten, d. i. mehrere Pfund, Waſſer in der Temperatur des Kochpunktes, geraume Zeit (drei Stunden lang) auf einen Eisklumpen, wovon in dieſem nämlichen Zeitraume nur wenig zerſchmolz; und als ich daſſelbe Experiment mit einer ähnlichen Quantität kalten Waſſers (das bis zu 41 Grad Fahrenheit = $4^{\circ}\frac{1}{10}$ Reaumur erkaltet war) wiederholte, fand ſich, daß in der nämlichen Zeit doppelt ſo viel Eis zerſchmolzen war.

Bei dieſen Experimenten, waren doch die Urſachen der Ungewißheit, deren ich weiter oben gedachte, gewiß nicht vorhanden.

Die Reſultate dieſer Experimente waren gewiß äußerſt frappant, und die Schlüſſe, welche natürlicher Weiſe aus dieſen nämlichen Reſultaten entſte-

ben, kamen mir immer ſo evident und unwiderlegbar vor, daß ſie, meines Erachtens, weder Erläuterung noch Beſtätigung bedurften.

Wenn das Waſſer wirklich ein Ableiter der Wärme wäre, ſo fragt ſich, wie es zugieng, daß die Wärme des kochenden Waſſers, in Zeit von drei Stunden nicht bis zu der Eisſcheibe hindurch dringen konnte, auf die man daſſelbe geſtellt hatte, und von welcher es nur vermittelſt einer Schicht kalten Waſſers abgeſondert war, deren Dicke nur etwa einen halben Zoll betrug?

Ich wünſchte, daß es den Naturforſchern, welche die Meinungen, die ich in Betreff der Urſachen dieſer ſonderbaren Naturerſcheinung geäußert habe, zu widerlegen ſuchen, gefällig ſeyn möchte, uns zu einer gründlichern Erläuterung derſelben zu verhelfen, als diejenige iſt, die ich mich getraute, dem Publikum vorzulegen. Auch wünſchte ich, daß ſie uns eröffneten, wie es zugeht, daß das Waſſer auf dem Boden aller tiefen Seen und Teiche, ſtets in einerlei Temperatur bleibt; inſonderheit aber, wie und auf welche Art die obenerwähnten Waſſergruben in den felſenfeſten ungeheuern Eismaſſen der Gletſcher bei Chamouny entſtehen.

Ein Naturforſcher zu Edinburg, Namens Thompſon, hat ſich in Betreff der Experimente, die ich in

der Abſicht veranſtaltete, die Strömungen, welche die plötzliche Anwendung der Wärme oder der Kälte, in flüſſigen Dingen verurſacht, auf eine in die Augen fallende Art darzuſtellen, eine Bemerkung erlaubt, die mich äußerſt befremdet hat. Er will nämlich nicht glauben, daß die Bewegungen, welche während eines meiner Experimente in einigen Stückchen gelben Bernſteins vorgiengen, die ich in Waſſer gehangen hatte, worin Pottaſche aufgelöſt war, die Exiſtenz der in der gedachten Flüſſigkeit Statt gefundenen Strömungen außer Zweifel ſetzen. Im Gegentheil iſt er der Meinung, jene Bewegungen könnten vielleicht durch eine Veränderung der ſpecifiſchen Schwere des Bernſteins, oder der an demſelben hangenden Luft, bewirkt worden ſeyn.

Ich bedaure ſehr, daß man mir ſo wenig Beobachtungsgeiſt zutraut, um vermuthen zu können, daß ich ſo leicht in einen Irrthum verfallen ſeyn möchte, denn es iſt doch gewiß nichts leichter, als die Bewegung eines dichten Körpers zu unterſcheiden, der in einer gleichſchweren Flüſſigkeit hängt, und durch die Bewegung dieſer, einen Strom bildenden Flüſſigkeit, mit fortgeriſſen wird. Es iſt, ſage ich nochmals, nichts leichter, als dieſe Bewegung einer Flüſſigkeit von jener zu unterſcheiden, vermittelſt welcher ein Körper in dieſer Flüſſigkeit

nach Verhältniß ſeiner Leichtigkeit oder Schwere, bald ſinkt, bald wieder empor gehoben wird. In dem einen Fall bleibt die Bewegung ſich immer gleich, im andern hingegen wird ſie beſchleunigt. In einer Strömung kann ein dichter Körper in allen möglichen Richtungen, ſogar in krummen Linien, mit fortgeriſſen werden; ſinkt er aber in einer ſtillſtehenden Flüſſigkeit, vermittelſt ſeiner Schwere, zu Boden, oder wird er vermöge ſeiner ſpecifiſchen Leichtigkeit, wieder empor gehoben, ſo muß er ſich ſchlechterdings in ſenkrechter Richtung bewegen.

Gewiß iſt, daß ich bei meinen vielfältigen Experimenten die Bewegungen kleiner Theilchen verſchiedener Subſtanzen, die mit unter in Waſſer vorkommen, zum öftern wahrgenommen, und ſie genau ſo befunden habe, wie ſie Herr Thompſon beſchreibt; anſtatt aber hieraus zu folgern, daß in dieſer Flüſſigkeit Strömungen vorhanden ſeyn, war mir vielmehr die Urſache dieſer Bewegungen ſo einleuchtend, daß ich es nicht der Mühe werth hielt, derſelben zu erwähnen.

Am Schluſſe dieſes Memoire muß ich die Königl. Societät ſehr um Vergebung bitten, daß ich mir die Freiheit nahm, ihr dieſe Bemerkungen vorzutragen. Jede Art von Zänkerei war mir von jeher verhaßt;

und eben darum ſuchte ich mich immer vor literariſchen Streitigkeiten möglichſt in Acht zu nehmen; auch werde ich dergleichen in der Folge zuverläſſig vermeiden.

Es verſteht ſich, daß ich dem Publikum für die Richtigkeit der Beſchreibungen, welche ich demſelben in Betreff meiner Experimente mitgetheilt habe, verantwortlich bin; vernünftiger Weiſe kann man aber nicht von mir verlangen, daß ich alle und jede Einwürfe, die man meinen aus dieſen Experimenten hergeleiteten Schlußfolgen entgegen ſtellen kann, beantworten ſoll. Uebrigens wird es mir jederzeit zum größten Vergnügen gereichen, wenn ich ſehe, daß man meine Meinungen unparteiiſch prüft, und mich, da wo ich geirrt habe, zurechtweiſet; denn es iſt mein eifrigſter Wunſch, und mein ſehnliches Verlangen, daß meine Unterſuchungen zur Verbreitung nützlicher Kenntniſſe beitragen mögen.

Inhalt.

Seite

1. Historische Uebersicht verschiedener Experimente, die von dem Verfasser zu verschiedenen Zeiten in Betreff der Wärme veranstaltet wurden. 3

2. Versuche über die Beschaffenheit der Wärme, und die Art wie dieselbe sich mittheilt. Vorgelesen in der Königl. Societät zu London, im December 1803. 99

3. Abhandlung über die Wärme. Vorgelesen in der öffentlichen Sitzung des Nationalinstituts zu Paris, am 25. Junius 1804. 293

4. Bemerkungen über die Gruben im Eise bei Chamouny. 335

Physikalische Abhandlungen:

enthaltend eine

Sammlung

von

Denkschriften, Dissertationen und experimentirenden Untersuchungen in verschiedenen Zweigen der Physik und Mechanik.

Aus dem Französischen

des

Grafen von Rumford.

Mit Kupfern.

Weimar,

im Verlage des Landes-Industrie-Comptoirs

1805.

Benj. Grafen von Rumford

kleine Schriften

politiſchen, ökonomiſchen und philoſophiſchen Inhalts.

Aus dem Franzöſiſchen.

Vierter Band

Zweite Abtheilung.

Mit Kupfern.

Weimar,

im Verlage des Landes-Induſtrie-Comptoirs

1805.

Allgemeine Ueberſicht

der

in dieſem Bande enthaltenen Abhandlungen.

I. Nachricht von einigen Verſuchen über das Schießpulver. (Von S. 1 bis 162. Nebſt Tafeln I. II. III.)

II. Verſuche, die Gewalt des losgezündeten Schießpulvers zu beſtimmen. (Von S. 163 bis 280. Nebſt Tafel IV. und V.)

III. Angehängte Bemerkungen. (Von S. 281 bis 288.)

IV. Kurze Nachricht von einigen, mit Kanonen angeſtellten Verſuchen, nebſt Bemühungen, das Feldgeſchütz zu verbeſſern. (Von S. 289 bis 318. Nebſt Kupfertafeln V. und VI.)

V. Verſuche über die Erzeugung von Luft aus dem Waſſer, wenn dieſes mit verſchiedenen Subſtanzen der Wirkung des Lichtes ausgeſetzt worden. (Von S. 319 bis 388.)

VI. Nachricht von einigen Verſuchen, die in der Abſicht angeſtellt worden ſind, die Quantitäten von Feuchtigkeit zu beſtimmen, welche von verſchiedenen Subſtanzen aus der Atmoſphäre eingeſogen worden. (Von S. 389 bis 402.)

VII. Verſuche über die relativen Intenſitäten des Lichtes, was von leuchtenden Körpern ausgeſtrahlt wird. (Von S. 403 bis 474. Nebſt Tafeln VII. und VIII.)

VIII. Nachricht von Verſuchen über gefärbte Schatten. (Von S. 475 bis 496.)

IX. Vermuthungen über die Gründe der Harmonie der Farben. (Von S. 497 bis 510.)

X. Unterſuchung über die chemiſchen, dem Lichte beigemeſſenen Eigenſchaften. (Von S. 511 bis 544.)

XI. Nachtrag zum vorigen. (Von S. 545 bis 550.)

XII. Unterſuchung, über das der Wärme zugeſchriebene Gewicht. (Von S. 551 bis 576.)

XIII. Nachtrag hierzu. (Von S. 577 bis 590.

Inhalt.

I. Nachricht von einigen Verſuchen über das Schießpulver. S. 1.

Beſchreibung des Apparats. S. 4.

Tabellen über die Verſuche. S. 27.

Nachricht von der Methode, die Geſchwindigkeiten der Kugeln zu berechnen. S. 44.

Von den durch verſchiedene Pulverladungen eingenommenen Räumen. S. 47.

Von den Wirkungen, welche die Hitze, die die Stücke durch das Abfeuern erlangen, auf die Gewalt des Schießpulvers hervorbringt. S. 48.

Von der Art, wie die Stücke durchs Abfeuern heiß werden. S. 53.

Von den Wirkungen, wenn man das Pulver in der Kammer des Laufes feſtrammt. S. 65.

Von den Folgen, wenn man das Zündloch an verſchiedenen Punkten der Ladung anbringt. S. 71.

Nachricht von einer neuen Methode, die Geſchwindigkeiten der Kugeln durch den Rückprall zu beſtimmen. S. 82.

Von der comparativen Güte oder dem Werthe des Pulvers bei verſchiedenen Graden von Stärke. S. 120.

Von der Beziehung der Geſchwindigkeiten der Kugeln zu ihrem Gewichte. S. 124.

Von einem Verſuche, die Exploſivkraft des Knallgoldes zu meſſen. S. 150.

Von der comparativen Exploſiv- oder elaſtiſchen Kraft des Knallgoldes und des Schießpulvers. ebend.

Von der ſpezifiſchen Schwere des Schießpulvers. S. 153.

Allerlei Verſuche. S. 155.

Von einigen Verſuchen ohne Erfolg, die Gewalt des Schießpulvers zu vergrößern. ebend.

Von einem Verſuche, Flamme, ſtatt Pulver abzuſchießen. S. 161.

II. Verſuche, die Gewalt des losgezündeten Schießpulvers zu beſtimmen. S. 163.

Der Gegenſtand iſt intereſſant. — Warum man nicht früher darüber Verſuche angeſtellt hat. — Das wirkliche Maaß der Kraft des losgezündeten Schießpulvers iſt lange noch nicht bekannt. — Großer Unterſchied in den Meinungen der beſten Mathematiker und Phyſiker hierinn. — Ein direkter Verſuch hat deſſen Gewalt größer bewieſen, als Robins glaubte, daß ſie ſey. — Neue Methode, ſie zu beſtimmen, woraus ſich ergiebt, daß dieſe Gewalt wenigſtens funfzigtauſendmal größer ſey, als der mittlere Druck der Atmoſphäre. — Nachricht von verſchiedenen Bemühungen, das Schießpulver in einem eingeſchloſſenen Raum anzuzünden. — Nachricht von verſchiedenen Beobachtungen über losgezündetes Schießpulver. — Der Churfürſt von Baiern giebt dem Verfaſſer Gelegenheit, dieſe Unterſuchungen im Großen wieder vorzunehmen. — Beſchreibung des dazu gebrauchten Apparates. — Nachricht von mehreren unerwarteten Erſcheinungen, die ſich während der Verſuche ereigneten. — Beſchreibung des gebrauchten Schießpulvers. — Sonderbare Erſcheinung. — Beſondere Nachricht vom erſten Verſuche, wo die bei der Verbrennung des Schießpulvers erzeugte elaſtiſche Flüſſigkeit von 10 Gran Pulver völlig eingeſchloſſen war. — Nachricht von einem zweiten Verſuche, wo ein Lauf von geſchmiedetem Eiſen mit lautem Knalle zerſprang. — Ein Theil des Laufes wurde nach England geſchickt. — Schätzung der Gewalt des Schießpulvers, auf dieſen Verſuch gegründet. — Aus dieſer Schätzung erſcheint es, daß die

hier ausgeübte elastische Gewalt nicht geringer als 55004 mal so groß, wie der mittlere Druck der Atmosphäre gewesen seyn müsse. — Nachricht von den Theilen des Apparats. — Erste Tabelle von 85 Versuchen. — Beobachtungen hierüber. — Algebraische Formel, die Beziehung auszudrücken. — Zweite Tabelle. — Dritte Tabelle mit 23 andern Versuchen. — Beobachtungen und Berechnungen darüber, wodurch bewiesen scheint, daß die anfängliche elastische Gewalt des erzeugten Pulverdampfes nicht geringer seyn kann, als der Druck von 101021 Atmosphären. — Gründe, warum Feuergewehre nicht öfter durch ihre Ladungen gesprengt werden. — Gründe, die vermuthen lassen, daß die Verbrennung des Schießpulvers bei weitem nicht so schnell von statten geht, als man wohl geglaubt hat. — Glücklich gelungener Versuch, dieses zu bestimmen. — Die Verbrennung des Schießpulvers geht sehr langsam und progressiv. — Wird durch neue Versuche bewiesen. — Praktische Bemerkungen, die hieraus gezogen werden können. — Berechnung, wodurch gezeigt werden soll, daß die Gewalt des Schießpulvers bloß aus dem entwickelten Wasserdampfe erklärt werden könne.

III. Angehängte Bemerkungen. S. 281.

Von den Gründen, welche den Verfasser bei reiferer Ueberlegung auf den Verdacht brachten, daß er der Aktion des Dampfes in der vorigen Abhandlung zu viel beigemessen habe. — Man kann alles schon allein und hinreichend aus der Wirkung erhitzter, permanent elastischer Flüssigkeiten erklären. — Berechnungen, welche diese Voraussetzung sehr wahrscheinlich machen.

IV. Kurze Nachricht von einigen, mit Kanonen angeſtellten Verſuchen, nebſt verſchiedenen Bemühungen, das Feldgeſchütz zu verbeſſern. S. 289.

Was zu dieſen Verſuchen Veranlaſſung gab. — Curſoriſche Nachricht von denſelben. — Welche Gründe den Verfaſſer bewogen, das Feldgeſchütz zu verbeſſern. — Ausführliche Nachricht eines bairiſchen Feldſtückes, das der Verfaſſer den nordamerikaniſchen Freiſtaaten überreichte. — Nachricht von Bemühungen, das eiſerne Geſchütz, ſtatt des metallenen einzuführen. — Dieſe neuen Feldſtücke hielten die ſtärkſten Proben aus. — Nachricht von einem Achtzehnpfünder von eigner Einrichtung. — Gründe, warum das eiſerne Geſchütz in Grosbrittanien mit mehr Vortheil noch, als in vielen andern Staaten, einzuführen wäre.

V. Verſuche über die Erzeugung von Luft aus dem Waſſer, wenn dieſes mit verſchiedenen Subſtanzen der Wirkung des Lichts ausgeſetzt worden. S. 319.

Verſchiedene Meinungen über den Urſprung der Luft, die erzeugt wird, wenn man Blätter geſunder Vegetabilien im Waſſer der Wirkung der Sonnenſtrahlen ausſetzt. — Zufällige Entdeckung, daß rohe Seide dieß auch thut. 1 Verſuch. Die durch Seide aus dem Waſſer getrennte Luft zeigt ſich dephlogiſtiſirt. — Sie iſt beſſer, als die von Blättern erzeugte. — Unterſuchung der Umſtände, die die Lufterzeugung hier begleiten. — Luft iſt nöthwen-

lig. — Wärme erſetzt es nicht. — Wenn das Licht ſehr ſtark iſt, wird viel Luft erzeugt, ſelbſt wenn ſich das Waſſer in einer niedern Temperatur befindet. — Lampen- und Kerzenlicht kann auch gebraucht werden. — Verſchiedene andere Stoffe, außer der rohen Seite, zeigen die nemliche Kraft, Luft im Lichte unter Waſſer zu erzeugen. — Die Luftquantität, die in einer gegebenen Menge Waſſer geliefert werden kann, hat ihre Gränzen. — Viele Verſuche dieſe Menge zu beſtimmen. — Die baumwollenähnliche Pappelwolle (von Populus nigra) giebt viel Luft. — Vergleichung der Feinheit dieſer Pappelwolle, und einem, von der Seidenraupe geſponnenen Faden. — Die Oberfläche der, in dieſem Verſuche gebrauchten Wolle belief ſich nicht geringer als auf 6600 Zoll, obgleich ſie nur 120 Gran Troygewicht wog. — Die Quantitäten der, durch dieſelbe gegebenen Quantität von Waſſer bei den Verſuchen mit roher Seide und Pappelwolle gelieferten Luft ſtand weder mit den Quantitäten der gebrauchten Subſtanzen, noch aus ihrer Oberfläche im Verhältniß. — Verſuche, um die ſpezifiſchen Qualitäten der erzeugten Luftarten zu beſtimmen. — Verſuch 26. Mit geſponnenem Glas. — Es kam keine Luft zum Vorſchein. — Vergleichung von Quellwaſſer und Teichwaſſer. — Verſchiedene intereſſante Verſuche damit. — In den meiſten Fällen, wo reine Luft aus dieſen beiden Wäſſern, ohne eine andere Subſtanz erzeugt wurde, änderte das Waſſer ſeine Farbe, und die Prieſtley'ſche grüne Materie kam zum Vorſchein. — Verſchiedene Gründe zeigen die Unwahrſcheinlichkeit der Meinung, daß die Luft in den Gefäßen der Pflanze ausgearbeitet werde. — Dieſelben Blätter geben nach dem Tode eben ſo viel Luft, als die lebenden. — Noch verſchiedene Verſuche.

VI. Nachricht von einigen Verſuchen, die in der Abſicht angeſtellt worden ſind, um die Quantitäten von Feuchtigkeit zu beſtimmen, welche von verſchiedenen Subſtanzen aus der Atmoſphäre eingeſogen werden. S. 389.

Schaafwolle abſorbirt mehr als andere gewöhnliche Kleidungsſtücke. — Wollene Kleider, wie Flanell, auf bloßer Haut getragen, befördern ſehr die unmerkliche Ausdünſtung. — Entſteht wahrſcheinlich aus der ſtarken Anziehungskraft des wäßrichten Dunſtes. — Es geht aus den Verſuchen hervor, daß zwiſchen der wärmeleitenden Kraft, und der, Feuchtigkeit einzuſaugen, bei den Kleidungsſtücken kein Zuſammenhang ſtatt finde. — Dieß war die Abſicht, warum die Verſuche angeſtellt wurden.

VII Verſuch über die relativen Intenſitäten des Lichtes, was von leuchtenden Körpern ausgeſtrahlt wird. S. 403.

Sehr genaue Methode, die Quantitäten des ausgeſtrahlten Lichtes zu meſſen. — Beſchreibung des Photometers. — Verſuche über den Widerſtand der Luft gegen das Licht. — Verluſt, beim Durchgange durch Glasſcheiben beſtimmt. — Verluſt beim Rückprall von einem Spiegel. — Relative Quantitäten von verzehrtem Oel, und ausgeſtrahlten Licht einer gemeinen, und einer Argandiſchen Lampe. — Eine wohlgeputzte, hell brennende Argandiſche Lampe giebt ſo viel Licht, als zehn Wachslichter von $\frac{3}{4}$ eines Zolles im Durchmeſſer. — Ueber das Schwanken des, durch Kerzen ausgeſtrahlten Lichtes.

— Ein Wachslicht variirt von 100 bis 60; ein Talglicht von 100 bis 16. — Nachricht von vergleichenden Versuchen mit Wachs, Talg, Baumöl, Rüböl, und Leinöl. — Ein Talglicht verzehrt weit mehr Talg, wenn es trübe mit langer Schnuppe brennt. — Versuche, welche zeigen, daß die Flamme sehr durchsichtig ist. — Beschreibung der Kupfertafeln VII und VIII.

VIII. Nachricht von Versuchen über gefärbte Schatten. S. 475.

Zufälliger Umstand, wodurch der Verfasser auf diese Untersuchungen geleitet wurde. — Wenn ein Strahl von Tageslicht durch die Strahlen eines Kerzenlichtes gekreuzt wird, so daß zwei distinkte Schatten von einem undurchsichtigen Körper fallen, so wird der eine von diesen Schatten gelb, der andere blau erscheinen. — Wie man diese interessanten Versuche anstellen könne. — Der blaue Schatten kommt nicht von der Bläue des Himmels. — Versuch, um zu bestimmen, was die Farbe eines ausstrahlenden Kerzenlichtes eigentlich sey. — Sie ist bestimmt gelb. — Nachricht von mehrern Versuchen. — Machte man die Strahlen des Tageslichtes so gelb, wie die des Kerzenlichtes, so verschwanden beide Farben der Schatten. — Machte man das Tageslicht stärker gelb, als jenes, so kamen sie wieder. — Machte man das Kerzenlicht noch stärker gelb (durch vorgesetzte gelbe Glasscheiben) so entstand eine sehr schöne und unerwartete Erscheinung. — Beschreibung eines besondern Apparates hierzu. — Zwei Strahlen Tageslicht von verschiedenen Punkten des Himmels, in ein verfinstertes Zimmer gelassen, geben zweierlei Schatten. — Nachricht von einem schönen Versuche mit fliehenden Wolken. — Vermuthung, daß nur ein Schatten wirklich, der andere

ein optischer Betrug sey. — Ein dieß bewerkstelligender Versuch. — Wahrscheinlichkeit, daß die blaue Farbe des Himmels nur eingebildet sey. — Zwei Farben stehen immer im bestimmten Gegensatz.

IX. Vermuthungen über die Gründe der Harmonie der Farben. S. 497.

Es scheint sehr wahrscheinlich, daß die, durch zwei Schatten dargestellten Farben immer der Art seyn, daß, wenn sie innig gemischt werden könnten, völliges Weiß zum Vorschein käme. ꝛc. — Wichtig für Mahler. — Nachricht von einem Versuche, wo eingebildete Farben erweckt werden. — Vorsichtsregeln hierbei. — Nutzen für Mahler. — Großer Nutzen für die Wissenschaft der Mahlerei — Die Kunst bunt zu mahlen (zu färben) ist noch zurück.

X. Untersuchung, die chemischen, dem Lichte beigemessenen Eigenschaften betreffend. S. 511.

Die Entscheidung dieser Frage ist für die Fortschritte der Wissenschaft wichtig — Nachricht von verschiedenen schönen Versuchen, wo Stücken Band, in Goldauflösung getaucht, einen Karmosin-Schmelz erhielten. — Mit salpetersauren Silber pomeranzengelb. — Fernere Versuche der Art. — Mit Kohle, Aether, Alkohol, Oel u. s. w., und Gold- und Silberauflösungen.

XI. Nachtrag. S. 545.

Noch zwei Versuche. Eine Reduktion der Gold-

auflösung ohne Wärme bei mäßigem Licht. — Ein Versuch mit einem Streifen Elfenbein. — Giebt wahrscheinlich eine, für die Künste neue, nützliche Methode, Elfenbein zu versilbern.

XII. Untersuchung über die der, Wärme zugeschriebene Ponderabilität, oder Gewicht. S. 576.

Versuche mit gefrornem Wasser ꝛc., an einer sehr gemeinen Waage u. m. Das endliche Resultat ist: daß alle Bemühungen, irgend einen Einfluß der Wärme auf das Gewicht der Körper zu entdecken, fruchtlos seyn werden.

XIII. Nachtrag hierzu. S. 577.

Nachricht von Versuchen mit eisernen und einer goldenen Kugel. Auch hier gilt der Schluß, daß die Wärme imponderabel (nicht wägbar) sey. Ob sie in der That ohne Gewicht sey, mögen andere zu entscheiden suchen.

I.

Nachricht

von

einigen Verſuchen

über

das Schießpulver.

Nachricht

von einigen Verſuchen über das Schießpulver.

Nebſt

beiläufigen praktiſchen Folgerungen, welchen noch eine Nachricht, wie ſich auf eine neue Art die Schnelligkeit aller militäriſchen Projectile beſtimmen läßt, und die Beſchreibung einer ſehr genauen Pulverprobe, beigefügt iſt.

(Vorgeleſen in der königlichen Societät am 29. März 1781.)

Dieſe Verſuche ſind hauptſächlich in der Abſicht unternommen worden, um die vortheilhafteſte Lage für das Zündloch bei Feuergewehren auszumitteln, und die Schnelligkeit der Kugeln nebſt ihrem Rückprall unter verſchiedenen Umſtänden zu meſſen. Außerdem hoffte ich noch die Schnelligkeit der Entzündung des Schießpulvers ausfindig machen, und ſeine Gewalt genauer, als bisher geſchehen, beſtimmen zu können.

Die Verſuche nahmen ihren Anfang im Monat Julius 1778 zu Stoneland Lodge, einem Landſitze des Lord George Germain, im Beiſeyn des Herrn Bale, Pfarrherren zu Withyham, der in der Nachbarſchaft lebt.

Das Wetter zeigte ſich zu unſern Verſuchen beſonders günſtig, es war hell und beſtändig, ſo daß dieſelben nie einen ganzen Tag lang durch Regen oder einen andern Zufall unterbrochen wurden. Das Barometer ſtand im Durchſchnitt genommen ziemlich hoch, und die Temperatur der Atmoſphäre war gleichförmig, und für dieſe Jahrszeit mäßig warm. Damit jeder Verſuch ſo viel als möglich unter ähnlichen Umſtänden angeſtellt werden möchte, unternahmen wir ſie alle zwiſchen zehn Uhr vormittags und fünf Uhr abends. Nach jedem Verſuche wurde der Lauf des Gewehres mit Werg ausgewiſcht, bis ſeine innere Oberfläche völlig rein, und wieder ſo glänzend war, als wenn ſie eben erſt aus den Händen des Arbeiters käme; auch ſorgte ich noch ſehr dafür, daß zwiſchen zwei Loszündungen immer ſoviel Zeit übrig gelaſſen wurde, als nöthig war, um die Wärme des Laufs bei jedem Verſuche in gleicher Stärke zu erhalten.

Beſchreibung des Apparats.

Der zu dieſen Verſuchen hauptſächlich gebrauchte Flintenlauf war von Wogdon, einem der berühm-

teſten Büchſenſchmiede in London, verfertigt worden. Es geht wirklich nichts über die Genauigkeit womit er gebohrt iſt, ſo wie über die Feinheit der Politur der innern Fläche. Er iſt vom beſten Eiſen verfertigt, und ich ſorgte, Robins Rath zufolge, daß er überall gut verſtärkt war, damit keine Gefahr beym Zerſpringen zu fürchten ſey. Sein Gewicht und ſeine Dimenſionen kann man auf der weiter unten für dieſe Vorrichtung beſtimmten Tafel nachſehen.

Fig. 1. ſtellt den Längendurchſchnitt eines Theiles des Laufs mit der Vorrichtung dar, deren ich mich anfangs bediente, um das Zündloch von einem Theile der Pulverkammer zum andern verſchieben, oder vielmehr den Boden derſelben, weiter von jenem entfernen, oder ihm näher bringen zu können, ſo daß man im Stande wäre, dem Pulver das Feuer an verſchiedenen Punkten der Ladung zu geben. a, b, ſtellt den untern Theil des Laufs vor.

c iſt die Schwanzſchraube, welche mit einem vier zehntel Zoll im Durchmeſſer haltenden Loche durchbohrt iſt, deſſen Axe mit der des Laufes zuſammenfällt.

In dieſes Loch iſt die Schraube bn, die ohngefähr vier Zoll Länge hat, eingepaßt; an das Ende deſſelben, welches in den Lauf hineingeht, iſt ein

Gelegentlich wurde auch noch eine andere Zündröhre gebraucht, welche von den beiden eben beſchriebenen in mancher Rückſicht verſchieden war. Sie iſt ſo eingerichtet, daß ſie das Feuer zur Ladung hinführt: allein, ſobald als das Pulver in der Kammer ſich zu entzünden, und die elaſtiſche Flüſſigkeit ſich zu erzeugen anfängt, wird ſie durch eine Klappe feſt verſchloſſen, ſo daß nichts von dem erzeugten Dampf entweichen kann. Ich nenne dieß das Klappenzündloch, es iſt bei Fig. 5 in vergrößertem Maaßſtabe, um ſeine Theile mehr in die Augen fallend zu machen, abgebildet;

a, b, iſt der Längendurchſchnitt eines kleinen Stückes von dem ſoliden Theile des Laufs.

c, d, die Zündröhre, die der kurzen, gewöhnlich gebrauchten Zündröhre in allen Stücken gleich kommt, außer daß bey ihr das Ende des Zündloches, welches in die Kammer hineingeht, in Form des breiten Theiles einer Trompete oder eines Trichters erweitert iſt.

An dieſe erweiterte Oeffnung iſt die Klappe v genau angepaßt; und mittelſt des kleinen Stieles oder Schwanzes t, der an dieſelbe befeſtigt iſt, durch das Zündloch hindurch geht, und mit der Feder s in Verbindung ſteht, wird die Klappe zugedrückt, oder vielmehr an ihren Platz gezogen, und dann iſt das Zünd-

loch verſchloſſen. Anfangs war der Stiel der Klappe zilindriſch verfertigt worden; allein ſpäterhin wurde die Hälfte von ihm weggenommen, um dem Zündpulver einen Weg in die Klappe zu bahnen, wie ſolches in der Abbildung zu ſehen iſt.

Hat man auf dieſes Zündloch Pulver geſchüttet, ſo muß man den Raum zwiſchen deſſen Hölung und der Klappe mit feinem Pulver anfüllen, und den Stiel der Klappe leicht öffnen, indem man auf das Ende deſſelben ſo lange drückt, bis ein oder mehrere Körner zwiſchen die letztere und die Oeffnung hindurch fallen und liegen bleiben; dieſes verhindert die Klappe ſich wiederum zu ſchließen, und verſtattet auch der Flamme einen Durchgang in die Kammer. Wird nun das Zündpulver losgebrannt, ſo dringt das Feuer durch die Röhre, entzündet bei ſeinem Eintritt in die Kammer die Ladung, und ſo ſchließt ſich unmittelbar die Klappe, da die kleinen Körnchen zwiſchen ihr und der Oeffnung durch die Flamme bei deren Durchgang verzehrt worden ſind. Dieſe Verſchließung hindert jeden Durchgang der, durch die Entzündung des in der Kammer befindlichen Pulvers erzeugten, elaſtiſchen Flüſſigkeit. Der Druck derſelben auf die Klappe unterſtützt die Wirkung der Feder, und auf ſolche Weiſe wird jene ſchneller und ſicherer verſchloſſen.

Die Klappe war der Oeffnung ſehr genau dadurch

eingepaßt worden, daß man ſie mit gepülvertem Smirgel zuſammen ſchliff, und hierauf noch auf einander polirte. Es iſt in der That ſicher, daß auf dieſe Weiſe kein Theil des elaſtiſchen Fluidums durch dieſes Zündloch entwiſchte; denn beym Losfeuern der Flinte ward blos ein einfacher Blitz vom losgebrannten Schießpulver, und kein Feuerſtrom aus der Ladung bemerkt, wie man doch allezeit ſieht, wenn man ſich eines gewöhnlichen Zündloches bedient, und überhaupt in allen Fällen, wo dieſer Dampf einen Durchgang findet.

Damit jeder Theil des bei dieſen Verſuchen angewandten Apparates ſo vollkommen als möglich ſeyn möchte, wurden alle feinern Theile deſſelben durch Herrn Frazer, mathematiſchen Inſtrumentenmacher in Duke's Court, St. Martin's Lane, vorzüglich alle eben beſchriebenen beim Zündloch angebrachten künſtlichen Einrichtungen gearbeitet.

Die Schnelligkeit der Kugeln wurde mittelſt eines Pendels, nach der von Robins erfundenen Methode, beſtimmt.

Das Pendel, deſſen ich mich bediente (Fig. 6) beſteht aus einer runden Platte von geſchmiedetem Eiſen a, dreizehn Zoll im Durchmeſſer und 0,65 eines Zolles dick; an dieſe Platte iſt eine eiſerne Stange

b, c, 65,5 Zoll lang, 2,6 Zoll breit, und einen halben Zoll dick befeſtigt, mittelſt welcher es durch zwei rechtwinkliche Angeln d, e, am Ende der Stange c, aufgehangen wird. Da dieſe Angeln ſehr ſorgfältig gearbeitet waren, und ſich auf polirten Rinnen bewegten, die man beſtändig eingeölt erhielt, um die Reibung zu vermindern, ſo gingen die Schwingungen des Pendels ziemlich frei von ſtatten, welches ſich auch daran zeigte, daß ſie eine ſehr lange Zeit, nachdem ſich das Pendel ſelbſt überlaſſen war, noch fortdauerten. An die runde Platte wurden Tartſchen aus runden Stücken Holz von verſchiedener Dicke befeſtigt, welche man im Verlauf der Verſuche öfters abnahm oder durch andere erſetzte; um das Gewicht und die Dimenſion des Pendels bei jedem Verſuche zu beſtimmen, ſind die Pendel nach den verſchiedenen Tartſchen deren wir uns bedienten, bezeichnet worden; Maaß und Gewicht eines jeden ſind in einer Tabelle, am Ende dieſer Beſchreibung des Apparates, nachzuſehen.

Die Tartſche des Pendels Nr. 1 war aus einem runden Stücke Ulmenholz, drei und einen halben Zoll dick, verfertigt; ſie hatte mit der am Pendel befindlichen eiſernen Platte einerley Durchmeſſer, und war an ſelbige befeſtigt. Allein, da dieſe Tartſche zu dünn war, gieng ſie bald zu Grunde.

Das Pendel Nr. 2 war mit zwei Tartſchen verſehen, die aus runden Stücken von ſehr zähem Eichenholze beſtanden. Sie waren fünf Zoll dick, wurden zu beiden Seiten der eiſernen Platte angebracht, und feſt angeſchraubt, auch noch mittelſt eiſerner Bänder an einander befeſtigt. Wenn eine dieſer Tartſchen zu Grunde gegangen war, drehete man das Pendel herum, und bediente ſich der andern. Dieſes Pendel blieb vom neunten Verſuche bis zum 39ſten, wo es dann ſo zerſchmettert war, daß man ſich ſeiner nicht weiter bedienen konnte.

Das Pendel Nr. 3 war wie das erſte; nur wurde ſtatt des Eichenholzes, beinahe ſieben Zoll dickes Ulmen- oder Rüſterholz zu den Tartſchen genommen. Dieſes Pendel diente vom 40ſten bis zum 101ſten Verſuche.

Da ich indeſſen fand, daß Tartſchen, auch vom zäheſten Holze verfertigt, doch durch die Kugeln ſehr bald in Stücken geſprengt wurden, ſo ſetzte ich das Pendel Nr. 4 auf eine andere Art zuſammen. Statt der runden Scheiben von Holz, verfertigte ich meine Tartſchen aus einem feſten Ulmbalken, ſo daß die Kugeln nunmehr auf das Holz nach der Richtung ſeiner Faſern trafen. Dieſe Zilinder haben dreizehn Zoll im Durchmeſſer und ohngefähr $5\frac{1}{2}$ Zoll Länge; ſie ſind an beiden Enden mit eiſernen Reifen verſehen, damit

ſie nicht zerſplittern, und an die Platte des Pendels wie auch an einander ſelbſt, durch eiſerne Bänder ſtark befeſtigt. Dieſes Pendel blieb bis zu Ende der Verſuche gut. Ich habe es noch, und es ſcheint durch die Verſuche zu welchen es gedient hatte, ſehr wenig gelitten zu haben.

Fig. 7. zeigt die beiden Enden des Pendels nach einem vergrößerten Maaßſtabe, nebſt den Haken, an welchen es aufgehängt wird.

a, b, iſt der Stab des Pendels, abgebrochen gezeichnet, weil zur ganzen Länge kein Raum vorhanden iſt.

c, d, die Angeln oder Zapfen, an denen man es aufhängt.

e, die runde Platte des Pendels, an welche bei f und g zwei runde Tartſchen mit Schrauben und eiſernen Bändern 1, 2, 3, 4, befeſtigt worden, die an den Enden von jenen feſtgenagelt ſind.

h, k, die Haken, welche die Angeln c, d, des Pendels aufnehmen ſollen.

Dieſe Haken ſind an das Horizontalſtück R, S genau befeſtigt; dieſes trägt die ganze Vorrichtung

mittelſt dreier Schrauben m, n, o, die durch drei, an der mit den Haken verſehenen Platte befindlichen Löchern durchgehen. Wenn die Haken an das Holz befeſtigt wurden, ſo ſteckte man erſt die mittelſte Schraube durch; und ließ dann das Pendel ſich ſelbſt in eine genau vertikale Stellung ſetzen, alsdann wurden ſie durch die andern beiden Schrauben m; o, unbeweglich feſt gemacht.

Die Sehne des Bogens, worinn das Pendel bei jedem Verſuche aufſtieg, wurde nach der von Robins erfundenen und beſchriebenen Methode, durch ein Band gemeſſen.

Den Rückprall maßen wir auf folgende Weiſe. Der Flintenlauf wurde mittelſt zwey kleiner Pendelſtäbe, 64 Zoll lang, und 25,6 Zoll von einander entfernt, horizontal (und beynahe mit dem Mittelpunkte der Tartſche in einer Linie) aufgehängt. Die Stäbe liefen mit einander parallel, und bewegten ſich frei in polirten Angeln um ihre Aren, an die ſie gehängt waren, und auf zwey paar Schildzapfen, die ſich am Laufe befanden, ſo daß das Ganze ein zuſammengeſetztes Pendel vorſtellte. Aus der Länge der Schwingungen dieſes Pendels wurde nun die Schnelligkeit, womit der Rückprall des Flintenlaufes vor ſich gieng, oder vielmehr ſeine größte Geſchwindigkeit beſtimmt.

Damit indeß dieſe Schnelligkeit nicht zu ſtark ſeyn möchte, woraus Gefahren für den Apparat hätten entſtehen können, wenn ſtarke Ladungen angewandt worden wären, fand man für nöthig, den Lauf noch mit einem Zugewichte von mehr als vierzig Pfund Eiſen zu beſchweren.

Dieſes eiſerne zugeſetzte Gewicht, welches ich die Flintenlaffette nennen will, da es eine ſolche Einrichtung hatte, daß es dem Laufe als Laffette dienen könnte, beſteht aus einer Stange von geſchmiedetem Eiſen, achtundzwanzig Zoll lang, 2,6 Zoll breit, und einen halben Zoll dick; dieſe Stange iſt in der Mitte auf ſolche Art gebogen, daß ihre beiden flachen Enden oder Seiten mit einander parallel und zwei Zoll von einander ſtehen. In der Mitte dieſer Stange, da, wo ſie gebogen iſt, befindet ſich eine Oeffnung in Geſtalt eines länglichen Vierecks, welches das Ende der Schwanzſchraube aufnimmt, und ſonach den untern, oder Schwanztheil des Flintenlaufes trägt. Das andere Ende des letztern wird auf folgende Weiſe unterſtützt und befeſtigt.

Ein eiſerner Ring oder Reif, faſt einen halben Zoll dick, und zwei Zoll im Durchmeſſer, iſt in vertikaler Stellung zwiſchen die beiden Parallelſeiten des Stabes, nicht weit von deren Ende angebracht, und genau an ſelbige mit Schrauben befeſtigt. Der durch

dieſen Reif gehende Lauf wird mittelſt der Enden von drei Schrauben feſtgehalten, die an verſchiedenen Punkten des Umkreiſes dieſes Ringes nach ſeinem Mittelpunkte hin durchgehen.

Die Laffette wurde jetzt mit dem Flintenlaufe an die zwei Pendelſtäbe, durch zwei paar polirte Schildzapfen, die an der äußern Seite der Laffette befindlich waren, aufgehängt. Es ſind dieſelben in einer wagrechten Linie angebracht, welche auf die Axe des Laufs ſenkrecht iſt und durch dieſelbe hindurch geht.

Fig. 8 ſtellt den Lauf, an ſeine Laffette befeſtigt, vor.

a, b, c, die gebogene eiſerne Stange, welche die Laffette bildet, auf ihrer ſchmalen Seite ſichtbar.

2,2, 4,4. die Schildzapfen, mittelſt welcher ſie aufgehängt war.

d, e, der Lauf in ſeiner eigenen Lage.

p, die Schwanzſchraube, die durch eine Oefnung in der Mitte der Stange a, b, c durchgeht, und das Ende e des Laufes faßt;

n, der Ring, welcher das Ende des Laufes, d, unterſtützt.

Fig. 9, zeigt einen ſenkrechten Durchſchnitt durch die Linie 2,2, fig. 8 in einer Linie; welche auf der Axe des Laufes ſenkrecht ſteht.

Dieſe Figur iſt beſtimmt, um die Art zu zeigen, wie die Mündung des Laufs von dem Ringe n, fig. 8 gehalten, und darinn befeſtigt wird.

a, c, die beiden Enden der Stange, abgeſchnitten zu ſehen.

n, der Ring, und

o, p, die Schrauben, mittelſt welcher er an die beiden parallelen Seiten der Stange befeſtigt iſt; die Enden dieſer Schrauben bilden die Schildzapfen 2,2, fig. 8.

d, ein Querdurchſchnitt des Laufs, und r, s, t, die drei Schrauben, durch welche derſelbe in dem Mittelpunkte des Ringes gehalten und eingeſchloſſen wird.

Fig. 10 ſtellt das nämliche wie Fig. 9, nur nach einem vergrößerten Maaßſtabe und ohne Bezeichnungsbuchſtaben, vor.

Fig. 11 ſtellt die beiden Enden von einem der

Pendelſtäbe vor, an denen der Flintenlauf aufgehängt iſt;

Fig. 13, den nämlichen, von der Seite geſehen.

a, b, (Fig. 11) der Stab, abgebrochen;

c, d, die Angeln, mittelſt welcher er an ein paar Haken aufgehängt wurde, die an einem Querbalken, ſo wie bey dem zur Meſſung der Geſchwindigkeit der Kugeln beſtimmten Pendel, befeſtigt wurden.

e, f, die Haken, welche die an der Laffette befeſtigten Schildzapfen aufnehmen.

Die Abmeſſungen eines jeden einzelnen Theiles von dieſem Apparate ſehe man auf der unten folgenden Tafel.

Die Sehnen des Bogens, durch welchen der Lauf bey ſeinem Rückprall aufſtieg, wurden durch ein Band gemeſſen, und die Längen dieſer Seiten wurden in Zollen und Dezimaltheilen derſelben in die Tafeln eingetragen.

Die Methode, die Schnelligkeit des Rückpralles aus der Sehne des Bogens, in welchem der Lauf in die Höhe flieg, zu meſſen, iſt zu gut bekannt, als

daß ſie noch eine weitere Erklärung erfoderte: eben ſo bekannt iſt es auch, daß ſich die Geſchwindigkeiten gegen einander, wie dieſe Sehnen verhalten. Die Längen derſelben ſind daher, ſo wie ſie auf der Tafel angezeigt ſind, durchaus der jedesmaligen Geſchwindigkeit des Rückpralles gleich.

Das Pulver, deſſen wir uns bey dieſen Verſuchen bedienten, war von der beſten Art, ſo wie man es zur Probe des groben Geſchützes zu Woolwich braucht.

Der verſtorbene General der königlichen Artillerie, Deſaguliers (Inſpektor des ſchweren Geſchützes von Stückgut und Eiſen), gab mir eine Patrone, die zwölf Pfund von dieſem Pulver enthielt. Dieſer Mann bot mir auch auf die artigſte Weiſe jeden andern, ihm möglichen Beyſtand an, ſowohl bis zur Endigung der mir vorgenommenen Verſuche, als auch anderer, die ich noch zu weitern Unterſuchungen, wovon ich mir einen Nutzen verſpräche, etwa unternehmen möchte.

Dieſes Pulver wurde ſogleich aus der Patrone herausgenommen, und in Glasflaſchen gebracht, die vorher wohl gereinigt und getrocknet worden waren; in dieſen wurde es ſorgfältig bis zum Gebrauche verſiegelt gehalten. Wenn man es zu den Verſuchen ge-

brauchen wollte, wurde es ſo genau, und mit ſolcher Aufmerkſamkeit abgewogen, daß in keinem Falle der mögliche Irrthum mehr als einen Viertelsgran betragen konnte. Die Flaſchen wurden blos bey ſchönem Wetter, in einem dunſtfreien Zimmer geöffnet, auch wurden nicht mehr Ladungen Pulver auf einmal herausgewogen, als gerade zu den Verſuchen des Tages hinreichten. Jede Ladung ward ſorgfältig in eine Patrone von ſehr feinem Papiere gebracht, und dieſe gefüllten Patronen in einer, von Holz gedrehten Büchſe aufbewahrt, die von innen und auſſen wohl gefirnißt war, damit ſie von der Luft keine Feuchtigkeit einſaugen möchte.

Das Papier, von welchem dieſe Patronen verfertigt wurden, war ſo fein und dünn, daß 1280 Bogen von demſelben nicht mehr als die Dicke eines Zolles hatten, und eine Patrone davon, die eine halbe Unze Pulver enthielt, wog nicht mehr als drey viertel Gran.

Die Patronen wurden über einen hölzernen Zilinder geformt, und ganz genau der Röhre des Flintenlaufes angepaßt. Die Enden des Papiers waren mit Mehlkleiſter zuſammengepappt.

Sobald die Patrone gefüllt war, rüttelte man das Pulver ſanft zuſammen, und verband oder ſicherte

die Oeffnung durch etwas feinen Zwirn. Wenn ſie gebraucht werden ſollte, wurde ſie ganz ſo, wie ſie war, in das Rohr gebracht, und mit einem Ladeſtocke ganz leicht bis an ihren Ort geſtoßen, hierauf aber mit einem Stachel durch das Zündloch hindurch zerſtochen, und ſo geladen. Auf dieſe Weiſe gieng während der Ladung kein Theilchen von Pulver verloren, wie ſonſt immer der Fall iſt, wenn man das Pulver nur frei in den Lauf hineinſchüttet; eben ſo wenig wurde ein Theil davon als Zündpulver benutzt, ſondern das Ganze blieb ſicher im Innern des Laufes oder der Pulverkammer, und die Kugel wurde unmittelbar drauf geſetzt, ohne einen beſondern Pfropf zwiſchen ihr und der Patrone, oder über ihr.

Die Kugeln waren ſämmtlich aus einerlei Form gegoſſen, und konnten ſonach in ihrem Gewichte kaum um ein oder zwei Gran von einander verſchieden ſeyn, vorzüglich auch darum nicht, weil ich Sorge getragen hatte, die Form vor dem Gießen in eine eigene Temperatur zu verſetzen. Wurde Leder um ſie herum gewickelt, oder brauchte ich andere als bleierne Kugeln, ſo beſtimmte ich ihr Gewicht vorher ganz genau, ehe ich ſie in die Flinte hineinbrachte.

Der Durchmeſſer der Kugel wurde ſowohl durch Meſſung, als durch Rechnung, aus ihrem Gewichte und der ſpezifiſchen Schwere des Metalles,

woraus ſie gemacht war, beſtimmt. Beyde Verfahrungsarten gaben faſt ganz genau einerlei Werthe an.

Der Apparat wurde zu den Verſuchen in einem Schoppen vorgerichtet, welcher ſich dazu ſehr zweckmäßig fand, und die Querbalken, auf welchen das Dach ruhte, verſchafften bequeme und feſte Punkte zum Aufhängen des Pendels und des Flintenlaufes. Die Wände und Bedeckungen des Gebäudes dienten dem Apparate zum Schutz, der ſonſt vom Winde geſtöhrt, und durch Thau und Regen ſchadhaft geworden ſeyn möchte. Ein paar ſehr große Thüren, die die ganze eine Wand des Schoppens einnahmen, wurden zu der Zeit, wo wir die Verſuche anſtellten, beſtändig offen gehalten, um die Reinigkeit der Luft im Gebäude zu erhalten, die ſonſt durch den Pulverdampf zu ſehr verdorben geworden ſeyn würde, ein Umſtand, der gewiß ſo viel Einfluß haben mußte, daß er die Gewalt des Pulvers vermindern, und die Verſuche verderben konnte. Um dieſem übeln Umſtande noch mehr zuvor zu kommen, wurde der Flintenlauf ſo nahe als möglich an die Thür gebracht, und das Pendel dagegen am untern Ende des Schoppens aufgehängt.

Fig. 12, ſtellt den Apparat ſo vor, wie er zu den Verſuchen vorgerichtet wurde.

a, b, iſt der Lauf mit ſeiner Laffette, an den Pendelſtäben c, d, aufgehängt, und

R iſt das Band, welches zur Meſſung des aufſteigenden Bogens vom Rückprall jenes Laufes gebraucht ward.

P, ſtellt das Pendel, und

r, das Band vor, welches den Bogen von deſſen Schwingung maß.

Die Entfernung von der Mündung des Laufes bis zum Pendel betrug gerade zwölf Fuß.

Tafel der Gewichte und Dimenſionen aller Hauptheile des Apparates.

Des Laufes.

	Zoll.
Länge	44,7
Länge der Röhre von der Mündung bis zur Schwanzſchraube	43,45
Durchmeſſer der Röhre	0,78
Dicke des Metalles am untern Zündloche	0,36
Dicke des Metalles an der Mündung	0,1
Gewicht des Laufes, mit der ſoliden Schwanzſchraube, den Zündlöcherſchrauben und der Zündröhre	6 Pfund 6 Unzen.

Der Laffette.

Länge	28,4
Zwiſchenraum zwiſchen den beiden paar Schildzapfen	25,6
Durchmeſſer eines jeden Schildzapfens	0,25

Gewicht 40 Pfund 14 Unzen.

Der Stäbe an welchen die Laffette aufgehängt war.

Länge von der Aufhängungsaxe, oder dem Mittelpunkte der Angeln, bis zum Mittelpunkte der Schildzapfen der Flintenlaffette 64 Zoll.
Gewicht eines jeden Stabes : 1 Pf. 4 Unz.
Totalgewicht des Laufes und ſeiner Laffette, nebſt dem Betrage des Gewichtes der Pendelſtäbe, an welchem er aufgehängt wurde : : : 48 Pf.
NB. Dieß war ſein Gewicht vom Verſuche Nr. 3 bis Nr. 123.

Der Kugeln.

Durchmeſſer 0,75 eines Zolles.
Gewicht einer bleiernen : 380 Gran.

Des Pendels.

Gänzliche Länge des Pendels von ſeiner Aufhängungsaxe bis an den untern Rand der runden Platte : : 69,5 Zoll.
Durchmeſſer der runden Platte, an welche die Tartſchen befeſtigt waren : 13
Entfernung der obern Theile der Angeln von einander : : 3,8
Durchmeſſer der Angeln : ,27
Gewicht des eiſernen Antheiles des Pendels 47 Pf. 4 Unz.

Maaß und Gewicht des Pendels nebſt dan daran befeſtigten Tartſchen, ſo wie es zu den Verſuchen aufgeſtellt war.

	Gänzliche Länge des Pendels.	Entfernung von der Aufhängungsaxe.		Totalgewicht von Eiſen und Holz	
		bis zum Schwerpunkte.	bis zum Schwingungsmittelpunkte.		
	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Pf.	Unz.
Pend. Nr. 1.	69,25	50,25	58,45	57	0
—— Nr. 2.	69,5	54,4	59,15	82	4
—— Nr. 3.	— —	55,62	60,23	100	12
—— Nr. 4.	— —	54,6	59,18	88	4

NB. Die Maaße ſind engliſche Fuße und Zolle, das Gewicht avoir du pois.

Nachdem ich nunmehr die Beſchreibung aller Hauptheile des Apparats gegeben habe, ſchreite ich zum Bericht über die die Verſuche. Da es den Leſern angenehm ſeyn muß, die Methode, die mich bei dieſen Unterſuchungen leitete, und das Reſultat derſelben kennen zu lernen, ſo will ich zuerſt eine Tabelle dieſer Verſuche genau nach der Ordnung, wie ſie angeſtellt wurden, nebſt meinen erſten Bemerkungen darüber geben; alsdann aber von ihnen noch einige allgemeine Bemerkungen, die mir einfallen, beifügen; und endlich auswählen, combiniren, und vergleichen, was den verſchiedenen Zwecken, zu denen ich ſie brauchen werde, am angemeſſenſten ſeyn wird.

Allgemeine Tabelle über die Verſuche.

Bei den beiden erſten Verſuchen war der Lauf an eine Laffette befeſtigt, (die nicht beſchrieben worden), welche mit jenem und den Pendelſtäben, an welchen ſie aufgehängt war, zuſammengenommen, nur $23\frac{1}{2}$ Pfund wog.

Länge der Röhre des Laufs 43,5 Zoll.
Gewicht einer Kugel 580 Gran.

Der Pendel Nr. 1.

Reihe der Verſuche.	Pulverladung.		Zündloch vom Boden der Ladung entfernt.	Sehne des aufſteigenden Bogens des Pendels.	Die Kugel traf die Tartſche unterhalb der Axe des Pendels.	Sehne des Bogens beim Rückprall.	Geſchwindigkeit der Kugel.	Bemerkungen.
	Gewicht.	Höhe derſelben.						
Nr.	Gran	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Fuß in der Sek.	
1	208	1,8	0,	13,2	64,5	33,5	1267	Erſter Tag.
2	"	"	,5	14,5	"	36,5	1399	

Da dieſe Laffette zu leicht befunden wurde, ſo nahmen wir ſtatt ihrer die oben beſchriebene und Fig. 8 abgebildete.

woraus ſie gemacht war, beſtimmt. Beyde Verfahrungsarten gaben faſt ganz genau einerlei Werthe an.

Der Apparat wurde zu den Verſuchen in einem Schoppen vorgerichtet, welcher ſich dazu ſehr zweckmäßig fand, und die Querbalken, auf welchen das Dach ruhte, verſchafften bequeme und feſte Punkte zum Aufhängen des Pendels und des Flintenlaufes. Die Wände und Bedeckungen des Gebäudes dienten dem Apparate zum Schutz, der ſonſt vom Winde geſtöhrt, und durch Thau und Regen ſchadhaft geworden ſeyn möchte. Ein paar ſehr große Thüren, die die ganze eine Wand des Schoppens einnahmen, wurden zu der Zeit, wo wir die Verſuche anſtellten, beſtändig offen gehalten, um die Reinigkeit der Luft im Gebäude zu erhalten, die ſonſt durch den Pulverdampf zu ſehr verdorben geworden ſeyn würde, ein Umſtand, der gewiß ſo viel Einfluß haben mußte, daß er die Gewalt des Pulvers vermindern, und die Verſuche verderben konnte. Um dieſem übeln Umſtande noch mehr zuvor zu kommen, wurde der Flintenlauf ſo nahe als möglich an die Thür gebracht, und das Pendel dagegen am untern Ende des Schoppens aufgehängt.

Fig. 12, ſtellt den Apparat ſo vor, wie er zu den Verſuchen vorgerichtet wurde.

a, b, iſt der Lauf mit ſeiner Laffette, an den Pendelſtäben c, d, aufgehängt, und

R iſt das Band, welches zur Meſſung des aufſteigenden Bogens vom Rückprall jenes Laufes gebraucht ward.

P, ſtellt das Pendel, und

r, das Band vor, welches den Bogen von deſſen Schwingung maß.

Die Entfernung von der Mündung des Laufes bis zum Pendel betrug gerade zwölf Fuß.

Reihe der Verſuche.	Pulverla: dung.		Zündloch vom Boden der Ladung.	Sehne des aufſteigenden Bogens des Pendels.	Die Kugel traf die Tartſche unterhalb der Axe des Pendels.	Sehne des Bogens beim Rückprall.	Geſchwindigkeit der Kugel.	Bemerkungen.
	Gewicht.	Höhe derſelben.						
Nr.	Gran	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Fuß in der Sek.	
25	165	1,45	0	6,8	65	14,95	1004	
26	. .	. .	. .	7,8	. . .	15,6	1153	
27	. .	. .	. .	8,05	. . .	16,15	1192	Vierter Tag.
28	330	2,9	. .	10,2	63,	26,	1559	
29	. .	. .	2,6	. . .	64,	28,1	1536	
30	165	3,2	. .	5,9	62,4	13,2	914	
31	. .	1,45	1,3	6,65	62,6	15,15	1027	

Da ich fand, daß der Blitz des Pulvers immer bis zum Pendel hin reichte, wenn große Ladungen angewandt wurden, und da ich vermuthete, daß ſowohl dieſer Umſtand, als auch der Eindruck, den die unentzündeten Körner machten, die beträchtlichſte Urſache der augenſcheinlichen Unregelmäßigkeit bei der Schnelligkeit der Kugeln ſeyn möchten, ſo wurde, um dieſen Unannehmlichkeiten abzuhelfen, ein großer Bogen Papier von mittelmäßiger Dicke auf einen hölzernen Rahmen aufgeſpannt, und als ein Schirm vor das Pendel, in einer Entfernung von zwei Fuß von der Oberfläche der Tartſche geſetzt.

Der Stäbe an welchen die Laffette aufgehängt war.

Länge von der Aufhängungsaxe, oder dem Mittelpunkte der Angeln, bis zum Mittelpunkte der Schildzapfen der Flintenlaffette	64 Zoll.
Gewicht eines jeden Stabes	1 Pf. 4 Unz.
Totalgewicht des Laufes und ſeiner Laffette, nebſt dem Betrage des Gewichtes der Pendelſtäbe, an welchem er aufgehängt wurde	48 Pf.

NB. Dieß war ſein Gewicht vom Verſuche Nr. 3 bis Nr. 123.

Der Kugeln.

Durchmeſſer	0,75 eines Zolles.
Gewicht einer bleiernen	380 Gran.

Des Pendels.

Gänzliche Länge des Pendels von ſeiner Aufhängungsaxe bis an den untern Rand der runden Platte	Zoll. 69,5.
Durchmeſſer der runden Platte, an welche die Tartſchen befeſtigt waren	13
Entfernung der obern Theile der Angeln von einander	3,8
Durchmeſſer der Angeln	,27

Gewicht des eiſernen Antheiles des Pendels 47 Pf. 4 Unz.

Maaß und Gewicht des Pendels nebſt dan daran befeſtigten Tartſchen, ſo wie es zu den Verſuchen aufgeſtellt war.

	Länge des Pendels.	Entfernung von der Aufhängungsaxe. bis zum Schwerpunkte.	Entfernung von der Aufhängungsaxe. bis zum Schwingungsmittelpunkte.	Totalgewicht von Eiſen und Holz	
	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Pf.	Unz.
Pend. Nr. 1.	69,25	50,25	58,45	57	0
—— Nr. 2.	69,5	54,4	59,15	82	4
—— Nr. 3.	— —	55,62	60,23	100	12
—— Nr. 4.	— —	54,6	59,18	88	4

NB. Die Maaße ſind engliſche Fuße und Zolle, das Gewicht avoir du pois.

Nachdem ich nunmehr die Beſchreibung aller Haupttheile des Apparats gegeben habe, ſchreite ich zum Bericht über die die Verſuche. Da es den Leſern angenehm ſeyn muß, die Methode, die mich bei dieſen Unterſuchungen leitete, und das Reſultat derſelben kennen zu lernen, ſo will ich zuerſt eine Tabelle dieſer Verſuche genau nach der Ordnung, wie ſie angeſtellt wurden, nebſt meinen erſten Bemerkungen darüber geben; alsdann aber von ihnen noch einige allgemeine Bemerkungen, die mir einfallen, beifügen; und endlich auswählen, combiniren, und vergleichen, was den verſchiedenen Zwecken, zu denen ich ſie brauchen werde, am angemeſſenſten ſeyn wird.

Allgemeine Tabelle über die Verſuche.

Bei den beiden erſten Verſuchen war der Lauf an eine Laffette befeſtigt, (die nicht beſchrieben worden), welche mit jenem und den Pendelſtäben, an welchen ſie aufgehängt war, zuſammengenommen, nur 23½ Pfund wog.

Länge der Röhre des Laufs 43,5 Zoll.
Gewicht einer Kugel 580 Gran.

Der Pendel Nr. 1.

Reihe der Verſuche.	Pulverladung.		Zündloch vom Boden der Ladung entfernt.	Sehne des aufſteigenden Bogens des Pendels.	Die Kugel traf die Tartſche unterhalb der Axe des Pendels.	Sehne des Bogens beim Rückprall.	Geſchwindigkeit der Kugel.	Bemerkungen.
	Gewicht.	Höhe derſelben.						
Nr.	Gran	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Fuß in der Sek.	
1	208	1,8	0,	13,2	64,5	33,5	1267	Erſter Tag.
2	. .	. .	,5	14,5	. . .	36,5	1399	

Da dieſe Laffette zu leicht befunden wurde, ſo nahmen wir ſtatt ihrer die oben beſchriebene und Fig. 8 abgebildete.

Maaß und Gewicht des Pendels nebſt dan daran befeſtigten Tartſchen, ſo wie es zu den Verſuchen aufgeſtellt war.

	Gänzliche Länge des Pendels.	Entfernung von der Aufhängungsaxe. bis zum Schwerpunkte.	Entfernung von der Aufhängungsaxe. bis zum Schwingungsmittelpunkte.	Totalgewicht von Eiſen und Holz	
	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Pf.	Unz.
Pend. Nr. 1.	69,25	50,25	58,45	57	0
—— Nr. 2.	69,5	54,4	59,15	82	4
—— Nr. 3.	— —	55,62	60,23	100	12
—— Nr. 4.	— —	54,6	59,18	88	4

NB. Die Maaße ſind engliſche Fuße und Zolle, das Gewicht avoir du pois.

Nachdem ich nunmehr die Beſchreibung aller Haupttheile des Apparats gegeben habe, ſchreite ich zum Bericht über die die Verſuche. Da es den Leſern angenehm ſeyn muß, die Methode, die mich bei dieſen Unterſuchungen leitete, und das Reſultat derſelben kennen zu lernen, ſo will ich zuerſt eine Tabelle dieſer Verſuche genau nach der Ordnung, wie ſie angeſtellt wurden, nebſt meinen erſten Bemerkungen darüber geben; alsdann aber von ihnen noch einige allgemeine Bemerkungen, die mir einfallen, beifügen; und endlich auswählen, combiniren, und vergleichen, was den verſchiedenen Zwecken, zu denen ich ſie brauchen werde, am angemeſſenſten ſeyn wird.

Allgemeine Tabelle über die Verſuche.

Bei den beiden erſten Verſuchen war der Lauf an eine Laffette befeſtigt, (die nicht beſchrieben worden), welche mit jenem und den Pendelſtäben, an welchen ſie aufgehängt war, zuſammengenommen, nur 23½ Pfund wog.

Länge der Röhre des Laufs 43,5 Zoll.
Gewicht einer Kugel 580 Gran.

Der Pendel Nr. 1.

Reihe der Verſuche.	Pulverla-dung.		Zündloch vom Boden der Ladung entfernt.	Sehne des aufſteigenden Bogens des Pendels.	Die Kugel traf die Tangente unterhalb der Axe des Pendels.	Sehne des Bogens beim Rückprall.	Geſchwindigkeit der Kugel.	Bemerkungen.
Nr.	Gewicht. Gran	Höhe derſelben. Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Fuß in der Sek.	
1	208	1,8	0,	13,2	64,5	33,5	1267	Erſter Tag.
2	. .	. .	,5	14,5	. . .	36,5	1399	

Da dieſe Laffette zu leicht befunden wurde, ſo nahmen wir ſtatt ihrer die oben beſchriebene und Fig. 8 abgebildete.

Reihe der Verſuche.	Pulverladung.		Zündloch vom Boden der Ladung entfernt.	Sehne des auffteigenden Bogens des Pendels.	Die Kugel traf die Tangente unterhalb der Axe des Pendels.	Sehne des Bogens beim Rückprall.	Geſchwindigkeit der Kugel.	Bemerkungen.
	Gewicht.	Höhe derſelben.						
Nr.	Gran	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll	Zoll.	Fuß in der Sek.	
3	208	1,8	0	12,6	65,	17,8	1213	Zweiter Tag.
4	. .	. .	,5	——	——	18,5	—	das Pendel wich aus.
5	. .	. .	0	——	——	38,68	—	4 Kugeln wurden auf einmal abgeſchoſſen.
6	. .	. .	,5	——	——	38,48	—	eben ſo.
7	. .	. .	0	——	——	6,1	—	ohne Kugel.
8	416	3,6	. .	——	——	16,5	—	eben ſo.
9	208	1,8	0	8,5	65,	17,69	1281	Pendel Nr. 2; ſehr ſchön Wetter. dritter Tag.
10	104	,9	. .	5,2	65,25	10,18	782	
11	310	2,7	0	9,6	64,6	24,69	1459	
12	. .	. .	1,22	10,1	65,	24,95	1527	das Pulver wurde
13	. .	. .	2,65	11,85	64,75	24,9	1801	mit der langen
14	. .	. .	. .	10,9	65,25	. .	1646	Zündröhre (Fig. 4)
15	330	2,9	2,65	10,9	61,5	26,2	1748	losgebrannt.
16	. .	. .	. .	13,25	63,5	. .	2060	
17	330	2,7	2,65	——	——	12,7	—	der Lauf ſehr heiß.
18	. .	2,9	0	10,4	63,5	26,3	1619	
19	. .	. .	. .	.	63,	26,4	1633	
20	165	1,45	0	6,8	62,2	14,73	1084	

Reihe der Verſuche. Nr.	Pulverladung. Gewicht. Gran	Pulverladung. Höhe derſelben. Zoll.	Zündloch vom Boden der Ladung. Zoll.	Sehne des aufſteigenden Bogens des Pendels. Zoll.	Die Kugel traf die Tangente unterhalb der Axe des Pendels. Zoll.	Sehne des Bogens beim Rückprall. Zoll.	Geſchwindigkeit der Kugel. Fuß in der Sek.	Bemerkungen.
21	. .	. .	. .	6,85	. . .	14,2	1093	
22	. .	. .	1,32	6,7	. . .	14,8	1071	
23	. .	. .	. .	6,3	60,6	14,58	1035	Hier wurde die kurze Zündröhre (v. Fig. 5) gebraucht.
24	. .	. .	. .	7,5	61,5	14,68	1142	

Um zu beſtimmen, wie viel von der Gewalt des Pulvers durch die Drehung und durch das Zündloch verloren gieng, befeſtigte ich um die Kugel herum geöltes Leder, ſo daß ſie nunmehr die ganze Höhlung des Laufes ausfüllte; und bei den fünf Verſuchen von Nr. 35 bis 39 incluſ. bedienten wir uns des Klappenzündloches.

Gewicht der Kugel mit dem ſie umgebenden Leder 603 Gran.

Reihe der Verſuche.	Pulverladung.		Zündloch vom Boden der Ladung.	Sehne des aufſteigenden Bogens des Pendels.	Die Kugel traf die Tartſche unterhalb der Axe des Pendels.	Sehne des Bogens beim Rückprall.	Geſchwindigkeit der Kugel.	Bemerkungen.
	Gewicht.	Höhe derſelben.						
Nr.	Gran	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Fuß in der Sek.	
25	165	1,45	0	6,8	65	14,95	1004	
26	..	..	..	7,8	...	15,6	1153	
27	..	..	..	8,05	....	16,15	1192	Vierter Tag.
28	330	2,9	..	10,2	63,	26,	1359	
29	..	..	2,6	...	64,	28,1	1536	
30	165	3,2	..	5,9	62,4	13,2	914	
31	..	1,45	1,3	6,65	62,6	15,15	1027	

Da ich fand, daß der Blitz des Pulvers immer bis zum Pendel hin reichte, wenn große Ladungen angewandt wurden, und da ich vermuthete, daß ſowohl dieſer Umſtand, als auch der Eindruck, den die unentzündeten Körner machten, die beträchtlichſte Urſache der augenſcheinlichen Unregelmäßigkeit bei der Schnelligkeit der Kugeln ſeyn möchten, ſo wurde, um dieſen Unannehmlichkeiten abzuhelfen, ein großer Bogen Papier von mittelmäßiger Dicke auf einen hölzernen Rahmen aufgeſpannt, und als ein Schirm vor das Pendel, in einer Entfernung von zwei Fuß von der Oberfläche der Tartſche geſetzt.

Mich bewogen zwei Gründe, dieſe Methode, die Einwirkung der Flamme auf das Pendel zu hindern, der andern vorzuziehen, die einem ſo leicht beyfällt, nemlich der, das Pendel weiter von der Mündung des Laufes zu entfernen; der eine Grund war, daß ich nicht gern die Entfernung des Pendels vom Laufe vergrößern mochte, weil alsdann der Widerſtand der Luft auf die Schnelligkeit der Kugeln Einfluß gehabt haben könnte; und dann, weil die Länge des Gebäudes keine größere Entfernung zuließ, und ich nicht Luſt hatte, einen Theil des Apparates der freyen Luft auszuſetzen.

Allein ich fand auch, daß der Schirm vollkommen die Dienſte leiſtete, um derentwillen er angebracht war, und er wurde während der Verſuche immer fortgebraucht; das Papier erneuerte man nach jedem dritten oder vierten Verſuche.

Fortſetzung der Verſuche.

Reihe der Verſuche.	Pulverladung.		Zündloch vom Boden der Ladung.	Sehne des aufſteigenden Bogens des Pendels.	Die Kugel traf die Tangente unterhalb der Axe des Pendels.	Sehne des Bogens beim Rückprall.	Geſchwindigkeit der Kugel.	Bemerkungen.
	Gewicht.	Höhe derſelben.						
Nr.	Gran	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Fuß in der Sek.	
32	165	1,45	0	5,45	63,	15,45	839	Nicht mit Leder verſehen; Gewicht der Kugel und des Propfes 503 Gran.
33	..	..	..	...	...	12,65	839	Beim Verſuche 33 gingen nicht weniger als 40 Körner unentzündetes Pulver durch den Schirm.
34	..	..	..	7,9	...	15,45	1217	Bei dieſen Verſuchen waren die Kugeln mit Leder verſehen, und das Pulver wurde mittelſt des Klappenzündloches losgebrannt.
35	..	..	..	7,	60,25	15,25	1129	
36	..	..	..	7,4	62,	10,3	1161	
37	..	..	1,3	8,	61	17,9	1277	
38	290	2,6	2,6	9,	58,6	23,5	1497	
39	..	..	..	...	...	24,8	...	Das zweite Pendel gieng zu Grunde.

Die Kugeln wurden nunmehr bloß in den Lauf gebracht, und das Pulver durch die kurze Zündröhre (o, fig. 3.) losgebrannt. Auch wurde an den ſtählernen Rändern, zwiſchen welchen die Bänder durchliefen, die zur Meſſung des aufſteigenden Bogens des Pendels und des Rückpralles dienten, etwas verbeſſert, wodurch die Friktion vermindert, und das Band vor dem Verwickeln oder in einander Schlingen bei ſeiner Ausſpannung geſichert wurde.

Apparat.

Der Lauf mit ſeiner Laffette wie zuvor.

Das Pendel Nr. 3, und

Bleikugeln, jede von 580 Granen.

Reihe der Verſuche.	Pulverladung. Gewicht.	Pulverladung. Höhe derſelben.	Zündloch vom Boden der Ladung.	Sehne des aufſteigenden Bogens des Pendels.	Die Kugel traf die Tangente unterhalb der Axe des Pendels.	Sehne des Bogens beim Rückprall.	Geſchwindigkeit der Kugeln.	Bemerkungen.
Nr.	Gran	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Fuß in der Sek.	
								Fünfter Tag.
10	218	1,9	0	6,45	64,6	18,	1236	Mittlere Geſchwindigkeit von dieſen Verſuchen und Nr. 47. 1225.
11	..	..	..	6,31	65,3	17,71	1197	
12	..	..	..	6,45	65,	17,91	1230	
13	..	..	1,3	6,5	64,6	18,3	1248	Mittlere Geſchwindigkeit 1276.
14	..	..	..	6,75	64,5	18,35	1299	
15	..	..	..	6,6	64,9	...	1265	
16	..	..	..	6,4	61,6	...	1293	
17	..	..	0	6,3	62,	18,1	1266	Mittlere Geſchwindigkeit 1427.
18	..	..	0	7,2	63,5	22,58	1414	
19	..	..	..	7,4	...	22,92	1455	
20	..	..	..	7,3	64,6	22,38	1412	
21	..	..	1,3	7,4	63,	23,38	1476	Mittlere Geſchwindigkeit 1493.
22	..	..	..	7,6	64,	23,76	1520	
23	..	..	..	7,25	61,	23,6	1483	

Reihe der Verſuche.	Pulverladung.		Zündloch vom Boden der Ladung entfernt.	Sehne des aufſteigenden Bogens des Pendels.	Die Kugel traf die Tartſche unterhalb der Axe des Pendels.	Sehne des Bogens beim Rückprall.	Geſchwindigkeit der Kugel.	Bemerkungen.
	Gewicht.	Höhe derſelben.						
Nr.	Gran	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Fuß in der Sek.	
76	145	1,3	0	5,3	65,	13,25	1037	ſiebenter Ta
77	..	..	..	...	64,6	13,25	1044	mittlere Geſchw digkeit 1040.
78	..	..	..	3,2	...	8,92		20 Gran vom beſ (veget.) Kali.
79	..	..	..	4,35	...	11,68		20 Gran aethio mineralis.
80	..	..	..	3,3	63,6	9,83		20 Gran Salmia
81	..	..	..	4,2	63,4	11,45		20 Gr. Meſſingfta
82	..							Die Schrauben welche die Hak an denen das P
		..	..	—	——	15,25	—	del hieng, hielt
83	..	..	..	—	——	14,35	—	gaben nach, und d ſes fiel herab.

In den neun folgenden Verſuchen, nemlich von Nr. 84 bis Nr. 92 incluſive, bedienten wir uns des Klappenzündloches, und die Kugeln wurden ſo vorgerichtet, daß ſie die Röhre des Laufs äußerſt genau ausfüllten. Dieß geſchah dadurch, daß ſie in geöltes Leder geſteckt wurden, und dieſes war ſo feſt um ſie herum gewickelt, daß es mit der Kugel zugleich in die Tartſche drang.

Die beim fünf und achtzigſten Verſuche angewandte Kugel war von Holz.

Die bei den Verſuchen von 86 und 87 gebrauchten, wurden auf folgende Weiſe verfertigt. Man formte eine kleine Kugel aus pariſer Pflaſter, welche, nachdem ſie durchaus trocken, und am Feuer ſtark erwärmt war, mitten in die Form gebracht wurde, welche zum Gießen aller der Bleikugeln, deren wir uns bei dieſen Verſuchen bedienten, gebraucht worden war. Hierauf goß man geſchmolzenes Blei in dieſe Form hinein, der Raum um die kleine darin befindliche Pflaſterkugel herum wurde ganz damit angefüllt, und ſo entſtand eine Kugel, welche von außen gänzlich das Anſehen einer ſoliden hatte, allein um ſo viel leichter gegen eine ſolide Bleikugel von dem nemlichen Durchmeſſer war, als die kleine Pflaſterkugel im Verhältniß zu einer bleiernen von der nämlichen Größe.

Bei den Verſuchen Nr. 88 und 89 wurden ſolide Bleikugeln gebraucht. Bei dem Verſuche Nr. 90 wurden zwei Kugeln mit einemmale abgeſchoſſen: beim Verſuche 91 drei; und beim 92ſten vier.

Bei jedem dieſer Verſuche wurde ein friſcher Bogen Papier zum Schirm des Pendels genommen, damit die Geſchwindigkeit der Kugeln genauer gemeſſen, und auch die Menge des unentzündeten Pulvers mit größerer Genauigkeit geſchätzt werden möchte.

Reihe der Versuche. Nr.	Pulverla dung. Gewicht. Gran	Höhe derselben. Zoll.	Entfernung des Zündlo ches vom Boden d Pulverkammer. Zoll.	Gewicht der Kugel. Gran	Sehne des aufsteigende Bogens des Pendels. Zoll.	Die Kugel traf die Tar sche unter der Axe d Pendels. Zoll.	Sehne des Bogens vo Rückprall. Zoll.	Geschwindigkeit der K gel. Fuß in der Sec.	Bemerkungen.
84	1,45	1,3	0	—	—	—	4,5	—	Acht er Tag... Bei jedem dieser 4 Versuche wurden 50 — 70 Pulvertheilchen oder Körnchen unentzündet durch den Schirm getrieben.
85	...	...	...	90	1,33	62,2	7,16	1763	
86	...	...	...	251	2,82	63,2	9,62	1317	
87	...	...	...	354	3,32	61,2	11,3	1136	
88	...	...	...	600	6,5	65,4	15,22	1229	Sehr wenig unentzündetes
89	...	...	...	603	6,3	64,6	15,13	1229	Pulver lief den Schirm.
90	...	...	...	1184	10,12	65,	21,92	978	
91	...	...	...	1754	13,65	63,4	27,18	916	Keine Spur, daß unentzünd
92	...	...	...	2352	16,55	63,3	32,25	833	detes Pulver den Schirm er reicht hatte.

Bei den Neben nachfolgenden Versuchen wurde mit losem Pulver geschossen.

Reihe der Verſuche.	Pulverladung.		Zündloch vom Boden der Ladung entfernt.	Sehne des aufſteigenden Bogens des Pendels.	Sehne des Bogens vom Rückprall.	Bemerkungen.
	Gewicht.	Höhe derſelben.				
Nr.	Gran	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	
93	145	1,3	0	—	4,3	
94	165	1,45	. .	—	5,5	
95	. . .	. .	. .	—	5,6	
96	290	2,6	. .	—	11,70	
97	437½	3,9	. .	1,68	17,5	Der Schirm wurde weggenommen.
98	. .	. .	. .	6,7	15,88	Die ganze Oberfläche der Tartſche war mit unentzündeten Pulverkörnchen beſprizt.
99	. .	. .	. .	—	17,9	Das Pendel wurde nicht beobachtet.

Bei den folgenden Verſuchen Nr. 100 und 101 wurden die Kugeln nicht in den Lauf hineingethan, ſondern durch drei Dräthe gehalten, welche an dem Ende des Laufes befeſtigt waren, und darüber hinausragten, wo ſie die Kugel in ſolcher Lage erhielten, daß ihr Mittelpunkt mit der Axe des Laufes in einer Linie gieng, und ſich ihr hinterer Endpunkt ein zwan-

zigstheil eines Zolles außerhalb oder über der Mündung des Laufes befand.

Beim Verſuche Nr. 102 wurde die Kugel gerade ſo in den Lauf geſteckt, daß etwa nur die Hälfte von ihr darüber hinaus ragte.

Reihe der Verſuche. Nr.	Pulverladung. Gewicht. Gran	Pulverladung. Höhe derſelben. Zoll.	Zündloch vom Boden der Ladung. Zoll.	Sehne des aufſteigenden Bogens des Pendels. Zoll.	Die Kugel traf die Tangente unter der Axe des Pendels. Zoll.	Sehne des Bogens vom Rückprall. Zoll.	Geſchwindigkeit der Kugel. Fuß in der Sek.	Bemerkungen.
00	165	1,45	0	,65	60,5	4,9	138	Bei jedem dieſer Verſuche wurde faſt ein Zehntheil der Subſtanz der Kugel durch die Gewalt der Flamme geſchmolzen u. weggeſprizt.
01	..	..	..	,43	ungewiß	4,8	92	
02	..	..	..	,86	63,	5,6	180	

Der ganze Theil der Kugel, welcher nach dem Lauf zu gelegen hatte, erſchien vom erlittenen Verluſt an Subſtanz beinahe ganz flach; ihre Oberfläche war daſelbſt voll kleiner Eindrücke oder Kerben, welche wahrſcheinlich durch die dagegen geſprizten unentzündeten Pulverkörner entſtanden waren.

Von der angewandten Verfahrungsart, die Geſchwindigkeit der Kugeln zu berechnen.

Da die Methode, die Geſchwindigkeit einer Kugel aus dem Schwingungsbogen eines Pendels, auf welches ſie abgeſchoſſen worden, zu berechnen, hinlänglich bekannt iſt, ſo will ich hierüber keine Zeit verlieren, ſondern ſogleich die Formeln verſchiedener Schriftſteller angeben, und übrigens diejenigen, welche über jenen Gegenſtand weiter nachleſen wollen, auf Mr. *Robins New Principles of Gunnery*; Profeſſor *Euler's Obſervations upon* Mr. *Robins* Book; und auch auf Dr. *Hutton's Paper on the initial Velocities of Cannon Balls*, publiſhed in the Transactions of the Royal Society for the year 1778 verweiſen.

Wenn a die Länge von der Axe des Pendels bis zu dem Bande, das die Sehne ſeines Schwingungsbogens mißt, bezeichnet;

g, die Entfernung vom Schwerpunkte unterhalb der Axe des Pendels;

f, die Entfernung vom Schwingungsmittelpunkte; und

h, die Entfernung des durch die Kugel getroffenen Punktes von der Axe;

Reihe der Verſuche.	Pulverladung.		Zündloch vom Boden der Ladung entfernt.	Sehne des aufſteigenden Bogens des Pendels.	Die Kugel traf die Tangente unter der Are des Pendels.	Sehne des Bogens vom Rückprall.	Geſchwindigkeit der Kugel.	Bemerkungen.
Nr.	Gran	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll	Zoll.	Fuß in der Sek.	
113	..	..	2,6	8,65	64,	23,7	1438	Mittelzahl der Geſchwindigkeit 1413.
114	..	..	..	8,5	63,6	24,1	1423	
115	..	..	..	8,4	65,	23,8	1378	
116	..	2,28	..	9,15	64,	24,6	1525	Doppelt probebarkes Pulver.
117	437½	3,9	..	10,56	64,9	33,	1738	Keine todten Körner durch den Schirm.
118	..	..	..	11,	64,5	33,3	1824	
119	..	..	..	10,5	65,	33,6	1729	mittl. Geſchwindigkeit 1764.
120	..	..	2,6	10,35	...	32,5	1706	Mittlere Geſchwindigkeit 1751.
121	..	..	..	10,65	...	33,2	1757	
122	..	..	..	10,6	63,6	32,9	1789	
123	..	..	0	—	——	17,9	—	Ohne eine Kugel.

Von der angewandten Verfahrungsart, die Geſchwindigkeit der Kugeln zu berechnen.

Da die Methode, die Geſchwindigkeit einer Kugel aus dem Schwingungsbogen eines Pendels, auf welches ſie abgeſchoſſen worden, zu berechnen, hinlänglich bekannt iſt, ſo will ich hierüber keine Zeit verlieren, ſondern ſogleich die Formeln verſchiedener Schriftſteller angeben, und übrigens diejenigen, welche über jenen Gegenſtand weiter nachleſen wollen, auf Mr. *Robins New Principles of Gunnery*; Profeſſor *Euler's Obſervations upon* Mr. *Robins* Book; und auch auf Dr. *Hutton's Paper on the initial Velocities of Cannon Balls*, publiſhed in the Transactions of the Royal Society for the year 1778 verweiſen.

Wenn a die Länge von der Axe des Pendels bis zu dem Bande, das die Sehne ſeines Schwingungsbogens mißt, bezeichnet;

g, die Entfernung vom Schwerpunkte unterhalb der Axe des Pendels;

f, die Entfernung vom Schwingungsmittelpunkte; und

h, die Entfernung des durch die Kugel getroffenen Punktes von der Axe;

o, die Sehne des aufſteigenden Bogens des Pendels;

P das Gewicht des Pendels,

b, das Gewicht der Kugel, und

v, die urſprüngliche Geſchwindigkeit der Kugel;

ſo iſt

$$v = \frac{o}{a} \times \sqrt{\frac{Pg}{bh}} + \frac{h}{f} \times \frac{f}{\sqrt{2h}},$$

eine Formel, um die Geſchwindigkeit nach Robins Grundſätzen zu finden.

*) $$v = \frac{o}{a} \times \sqrt{\frac{Pg}{bh}} + \frac{f+h}{2f} \times \sqrt{\frac{f}{2}},$$

iſt die vom Profeſſor Euler vorgeſchlagene Formel, die einen kleinen Irrthum in der Robinsiſchen verbeſſert hat; und

*) Setzt man den rationalen Theil $\frac{o}{a} \times \sqrt{\frac{Pg}{bh}} + \frac{f+h}{2f} = n$ und drückt f in Tauſendtheilen eines rheinländiſchen Fußes aus; ſo wird die Geſchwindigkeit, womit die Kugel das Pendel trifft $= \frac{n}{4} \sqrt{\frac{f}{2}}$ rheinländ. Fuß in der Sekunde ſeyn.

Gewicht des Pulvers.	Höhe der Ladung.	
	gemeſſen.	berechnet.
Gran.	Zoll.	Zoll.
104	,9	0,8957
143	1,3	1,2490
165	1,45	1,4211
208	1,8	1,7914
218	1,9	1,8775
290	2,6	2,4980
310	2,7	2,6700
330	2,9	2,8422
416	3,6	3,5828
437½	3,9	3,7680

Bei dem Verſuche Nr. 30 wurde die Pulverpatrone um ſoviel kleiner im Durchmeſſer gemacht, daß die Ladung, bei der nämlichen Pulvermenge, anſtatt 1,45 Zoll einzunehmen, ſich bis 3,2 Zoll Länge erſtreckte. Bei dieſer Anordnung des Pulvers ſchien aber deſſen Wirkung auf die Kugel anſehnlich vermindert zu ſeyn.

Von der Wirkung, welche die Hitze, die ein Lauf durch das Abfeuern erlangt, auf die Gewalt des Pulvers äußert.

Es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß die größere Geſchwindigkeit der Kugel beim zweiten Verſuche im Vergleich mit der erſten, mehr durch die Hitze, die der

Lauf bei dieſem erlangt hatte, als durch die Lage des Zündloches, oder irgend einen andern Umſtand verurſacht worden war; denn ich habe ſpäterhin nach wiederholten Proben gefunden, daß die Gewalt irgend einer gegebenen Ladung Pulver beträchtlich vergrößert wird, wenn man ſie aus einem vorläufig durch Feuer oder ein anderes Mittel erhitztem Laufe abſchießt, als wenn dieſer nicht erwärmt worden iſt. Jeder mit der Artillerie Bekannte weiß, daß der Rückprall großer Geſchütze weit heftiger nach der zweiten oder dritten Ladung, als nach der erſten iſt; und am Bord der Schiffe, wo es nöthig iſt, genau auf den Rückprall der Kanonen Acht zu geben, um äußerſt gefährlichen Zufällen vorzubeugen die dadurch entſtehen könnten, iſt es bei unſerer Marine, und, wie ich vermuthe, auch bei der von jeder andern Nation, gewöhnlich, die Quantität des Pulvers nach den erſten vier oder fünf Abfeuerungen zu vermindern: unſere zwei und dreißig Pfünder, zum Beiſpiel, werden gewöhnlich beim Anfang einer Aktion mit vierzehn Pfund Pulver geladen, allein bald wird die Ladung auf elf Pfund vermindert, und ſpäterhin bis auf neun, wozu auch die Patronen der Reihe nach eingerichtet ſind.

Man ſollte erwarten, daß das Pulver auch beim vierten Verſuche, welcher der zweite des andern Tages war, eine größere Gewalt durch den Rückprall

zeigen würde, als im dritten, welches der erſte Verſuch dieſes Tages war; allein, da das Pendel nachgab, war es nicht möglich, die Geſchwindigkeiten der Kugeln, ſo wie wir es bei den zwei vorher angezeigten Verſuchen gethan hatten, zu vergleichen.

Dieſe Zunahme der Gewalt des Pulvers, wenn es aus einem warmen Laufe abgefeuert wird, kann auf folgende Weiſe erklärt werden. Es giebt unter allen Subſtanzen, die wir kennen, keine einzige, welche nicht vor ihrer Entzündung eine gewiſſe Erwärmung erforderte; ſelbſt das Schießpulver iſt nicht entzündbar, ſo lange es kalt iſt. Man ſieht oft eine Menge Funken, oder glühende Theilchen von Stahl und Stein auf das Zündpulver einer Flinte fallen, ohne daß daſſelbe davon entzündet würde, und man kann Pulverkörner durch die Flamme eines Lichtes werfen, ohne daß ſie verbrennen; ja, was noch außerordentlicher iſt, wenn man große Pulverkörner in einer Höhe von zwei oder drei Fußen auf eine glühende Eiſenplatte fallen läßt, die mit dem Horizont einen Winkel von ohngefähr fünf und vierzig Graden macht, ſo ſpringen ſie unverſehrt ab, ohne zu verbrennen, oder nur im mindeſten verändert zu werden.

In allen dieſen Fällen iſt das Feuer zu ſchwach, oder die Dauer ſeiner Einwirkung nicht lange genug, um das Pulver bis zu dem Grade zu erhitzen, der nö-

thig iſt, um daſſelbe in einen entzündbaren Zuſtand zu verſetzen.

Da nun das Schießpulver ſo gut wie jeder andere Körper allmählig Wärme erlangt, und da hierüber ſowohl im gegenwärtigen Falle, als auch bei jeder andern Operation eine gewiſſe Zeit hingeht, ſo folgt, daß ein Pulver, welches in ein Gewehr geladen wird, das durch wiederholte Abfeuerungen erhitzt worden, dem Zuſtande, wo es verbrennen kann, viel näher gekommen, oder, möcht' ich ſagen, entzündbarer geworden ſei, als kaltes Pulver; und ferner, daß je mehr es in einer gegebenen kurzen Zeit Wärme annimmt, deſto größer auch ſeine Wirkung auf das Gewehr und die Kugel ausfallen werde.

Die Hitze des Laufes dient auch noch dazu, die Luft in ihm auszutrocknen, und ſeine innere Oberfläche von der Feuchtigkeit zu reinigen, die ſich daſelbſt anſammelt, wenn er eine Zeit lang nicht abgefeuert worden iſt; dieſe Umſtände tragen ohne Zweifel auch etwas zu der Schnelligkeit der Entzündung des Pulvers, und folglich ſeiner Gewalt, mit bei.

Da eine größere Zeit dazu erfodert wird, einen großen Körper zu erwärmen, als einen kleinen, ſo folgt auch, daß das Mehlpulver entzündlicher iſt, als ge-

körntes; und je kleiner die Theilchen ſind, deſto ſchneller faſſen ſie Feuer.

Die Matroſen haben die Gewohnheit, das Zündpulver, nachdem ſie es auf die Pfanne gethan haben, zu zerquetſchen, weil ſie finden, daß es ohne dieſe Vorſicht ſehr ſchwer iſt, es mit einer Lunte loszubrennen: und wollten Jagdliebhaber ſich des nemlichen Kunſtſtükkes bedienen, und ihre Gewehre mit Mehlpulver auf der Pfanne losbrennen, ſo würden ihnen dieſe ſeltener verſagen — die Feder am Schloſſe könnte dann weit dünner gearbeitet ſeyn, und ihre Größe ohne Schaden beträchtlich vermindert werden, wobei noch die Gewalt des Anſchlages des Steines auf die Batterie beim Feuergeben verringert, und das Gewehr mit mehr Sicherheit losgedrückt würde.

Da ich nun ſowohl aus den vier oben angeführten Verſuchen, als auch aus den eben bemerkten Gründen ſchloß, daß die Temperatur des Laufs einen beträchtlichen Einfluß auf die Gewalt des Pulvers habe, ſo ſorgte ich von nun an immer dafür, daß der Lauf in einen eigenen Grad von Wärme verſetzt ward, und nachdem ich ihn ein oder ein paarmal mit Pulver abgeſchoſſen hatte, fieng ich den Verſuch nie eher wieder an, als bis der Lauf ſich abgekühlt hatte.

Von der Art und Weiſe, wie die Gewehre durch das Abfeuern heiß werden.

Ich war ſehr erſtaunt, als ich den Lauf gleich nach dem ſiebenzehnten Verſuche anfaßte, wo er nur mit 330 Gran Pulver ohne Kugel geladen geweſen war, und ihn ſo heiß fand, daß ich ihn kaum in meiner Hand halten konnte; er war offenbar weit heißer, als irgend einmal vorher, wo ich ihn beobachtet hatte, ohngeachtet die nemliche Ladung von Pulver bei den beiden vorhergehenden Verſuchen gegeben worden war, und doch war er bei dieſen beiden noch mit einer Kugel verſehen geweſen, die, wie ich mir leicht denken konnte, durch die Zurückhaltung und Einpreſſung der Flamme, und durch die Verzögerung von deren Wirkung den Lauf in weit ſtärkerem Grade erhitzen mußte, als wenn er bloß mit Pulver geladen geweſen wäre.

Ich war überzeugt, daß in der Thatſache ſelbſt keine Täuſchung bei mir ſtatt finden konnte, denn es war meine beſtändige Gewohnheit, den Lauf zu halten, ſobald der Verſuch beendiget war, um ihn ſogleich auszuwiſchen. Nie vorher hatte ich irgend eine Unannehmlichkeit von der Hitze erlitten, wenn ich ihn anfaßte. Um mich indeß außer allen Zweifel zu ſetzen, wiederholte ich, nachdem der Lauf bis zu ſeiner gewöhnlichen Temperatur wieder erkaltet war, den Verſuch zweimal, mit der nemlichen Ladung von Pulver

und einer Kugel. Allein bei beiden Proben (Verſuch Nr. 18 und 19) war die Hitze auffallend geringer, als bei dem vorhergegangenen Experimente Nr. 17.

Ich bedauerte jetzt ſehr den Verluſt eines kleinen Taſchenthermometers, welches ich zur Meſſung der Hitze des Laufes beſtimmt hatte, es war zufälliger Weiſe den Tag vorher, als ich meine Verſuche anfieng, herunter gefallen, und zerbrochen. Da ich zu weit von London entfernt war, konnte ich mir nicht ſogleich ein anderes von dort her kommen laſſen: ich war deswegen genöthigt, mich mit der Beſtimmung des Hitzgrades des Laufes nach dem Gefühle zu begnügen.

Da ich durch die zufällige Entdeckung dieſes großen Grades von Hitze, den ein Gewehr durch das Abfeuern von bloßem Pulver ohne Kugel erlangt, in der That ſehr überraſcht war, und zu erfahren wünſchte, ob es ein allgemein gültiger Umſtand ſei, ſo war ich auf die Wärme des Laufes bei jedem der nachfolgenden Verſuche ſehr aufmerkſam.

Ich fand die Hitze beſtimmt da größer, wo das Gewehr bloß mit Pulver abgeſchoſſen wurde, als wenn man die nemliche Ladung auf ein oder mehrere Kugeln wirken ließ.

Obſchon das Reſultat dieſer Verſuche gänzlich un-

erwartet und ganz anders herauskam, als ich würde prophezeiht haben, wenn man mich vorher hierüber um meine Meynung gefragt hätte; ſo bin ich doch jetzt ſo, nach reiflicher Ueberlegung, überzeugt, daß es gerade ſo kommen mußte, und daß man nach leicht anwendbaren Sätzen die Urſache davon ſehr wohl angeben könne.

Es iſt gewiß, daß nur ein ſehr kleiner Theil der Wärme, die ein Stück ſchweren Geſchützes durch das Abfeuern erlangt, demſelben durch die Flamme des Pulvers mitgetheilt wird; denn die Zeit von deſſen Wirkung iſt ſo kurz, (ſie beträgt, im Ganzen genommen, nicht mehr als ohngefähr $\frac{1}{200}$ oder $\frac{1}{150}$ Theil einer Sekunde) daß wenn man auch ihren Hitzgrad ſtatt viermal, wie Robins meint, 400mal ſtärker als rothglühendes Eiſen annähme, ſie doch noch nicht eine ſolche Maſſe von Metall, wie unſere großen Kanonen ſind, merklich erwärmen könnte.

Außerdem noch, wenn auch die Hitze der Flamme genug Intenſität beſäße, um eine ſo große Wirkung in dieſer kurzen Zeit hervorzubringen, ſo würde ſie gewiß nicht bloß hinlänglich ſeyn, um alle verbrennlichen Körper in ihrer Nähe zu verkohlen, ſondern auch den Schuß, der ſie umgiebt, und auf den ſie wirkt, ſchmelzen, zumal wenn dieſer klein, und von Blei oder einem andern leichtflüſſigen Metall wäre.

Statt aber, daß dieſes der Fall ſeyn ſollte, ſehen wir oft das zärteſte Papier unentzündet aus der Mündung herausfliegen, nachdem es die Wirkung des Feuers durch den ganzen Lauf ausgehalten hat, und die kleinſten Bleikugeln werden ohne zu ſchmelzen herausgeſchoſſen.

Man kann indeß hier einwenden, daß man die Kugeln jederzeit ſehr heiß finde, wenn man ſie, unmittelbar nachdem ſie aus der Kanone gekommen ſind, anfaßt, und daß dieſer Umſtand ein Beweis von der Intenſität der Hitze der Pulverflamme, und von deren großen Macht ſei, den dichteſten Körpern Wärme mitzutheilen.

Auf dieſe Bemerkung antworte ich, daß ich auch das nämliche an Kugeln, die aus Windbüchſen und von Armbrüſten abgeſchoſſen worden, beobachtet habe, wenn dieſe Kugeln gegen einen harten Körper angeprallt, und ſehr flach gedrückt waren; auch findet man Musketenkugeln jederzeit heißer im Verhältniß zu der Härte des Körpers, gegen welchen ſie gerichtet wurden. Schießt man eine Flintenkugel auf einen weichen Körper, z. B. in das Waſſer, ſo wird man ſie nicht merklich erwärmt finden; feuert man ſie hingegen auf eine ſtarke Eiſenplatte, oder einen andern für ſie undurchdringlichen Körper los, ſo wird ſie durch den Anprall in Stücken geſchlagen werden, und

dieſe, die umhergeſtreut liegen, findet man in einem Zuſtand von wenig geringerer Hitze als die der Schmelzung, wie ich ſolches häufig aus Erfahrung weiß.

Die Kugeln werden daher nicht durch die Flamme, ſondern durch die Erſchütterung erhitzt. Es iſt zwar nicht unwahrſcheinlich, daß ſie von der Flamme einen geringen Grad Wärme annehmen, und vielleicht noch mehr durch die Friktion an den Seiten des Laufes; allein bei weitem den größten Grad von Hitze, in welchem wir ſie, ſobald ſie zur Ruhe gekommen ſind, finden, erlangen ſie durch den Anprall gegen harte Körper und durch den Widerſtand, den ſie bei etwas weicheren antreffen, wenn ſie ſelbige durchbohren.

Noch ein andrer Umſtand, welches möglicher Weiſe als ein Einwand gegen dieſe Meynung vorgebracht werden könnte, iſt das Ausbrennen des Metalles bei dergleichen Kanonen, wenn man dieſe lange Zeit abgefeuert hat, wodurch das Zündloch oftmals ſo erweitert wird, daß es den Kanonenlauf gänzlich unbrauchbar macht. Dieß beweißt indeſſen, meiner Meynung nach, nichts weiter, als daß das Erz ſehr leicht zerfreſſen, und durch die Flamme des Schießpulvers zerſtört werden könne, denn man kann nicht annehmen, daß in dieſem Falle das Metall immer ordentlich geſchmolzen ſei. Das Zündloch einer Flinte wird durch das oftmalige Schießen ſehr bald erweitert, und nach ei-

nem langen Gebrauche iſt es oft nöthig, daſſelbe mit einer ſoliden Schraube zu verbohren, und durch deren Mitte ein neues Zündloch, von dem gehörigen Durchmeſſer anzubringen. Man nennt dieſe Operation bushing oder beſſer bouching the piece *).

Bei den Vogelflinten der beſſern Art wird aber das Zündloch mit Gold ausgefüttert, und dann halten ſie, wie man gefunden hat, das Schießen ſehr lange Zeit, ohne den mindeſten Nachtheil aus. Nun weiß aber jedermann, daß Gold bei einem geringeren Grade von Hitze ſchmilzt, als erfordert wird, um Eiſen in Fluß zu ſetzen; allein das Gold iſt nicht der Zerfreſſung von irgend einer Subſtanz unterworfen, welche bei der Entzündung des Schießpulvers erzeugt werden kann. — Da nun beim Eiſen nicht dieſer nämliche Fall ſtatt findet, ſo nehme ich ſolches als die einzige Urſache an, warum ein mit Gold ausgefüttertes Zündloch viel dauerhafter iſt, als ein eiſernes. Anderſeits ſcheint aber Eiſen wiederum dauerhafter als Erz zu ſeyn; und ſo könnte vielleicht Stahl oder ein anderes wohlfeileres Metall entdeckt werden, welches die Stelle des Goldes erſetzte, und man könnte ſo die großen Unkoſten erſparen, die beim Verbohren mit dieſem koſtbaren Metalle ſtatt finden, und eine ſolche Verbeſſerung doch allgemein einführen.

*) Das Gewehr zupfropfen.

Es führt uns dieſes auf ein ſehr leichtes und wirkſames Mittel gegen den Fehler, über den man ſich bei allen Arten von ſchwerem Geſchütze aus Erz ſeit ſo langer Zeit beklagt, nemlich das Ausbrennen des Zündloches: verbohrt man nämlich dieſe Stücke mit Eiſen, ſo iſt kein Zweifel, daß ſie nicht eben ſo gut, wie eiſerne Gewehre, das Feuer aushalten würden, und ſollte man bei den Verſuchen hierüber Stahl noch beſſer, als Eiſen, finden, ſo könnte man dieſen ſtatt jenem anwenden. Ja, ich wäre ſogar geneigt zu glauben, daß, wenn das Zündloch mit Gold ausgefüttert würde, man dieſes auf eine Art einrichten könnte, daß die Ausgabe dafür nicht zu hoch käme, und doch zugleich die Dicke deſſelben hinlangte, um der Gewalt der Flamme eine lange Zeit hindurch zu widerſtehen.

Ich komme jetzt wieder auf die, beim Losſchießen der Kanone entſtehende Hitze zurück. Es iſt klar gezeigt worden, daß ſie nicht von der Flamme allein herrühren könne, ſondern daß noch eine andere Urſache vorhanden ſei, der ſie zugeſchrieben werden müſſe; dieſe iſt aber keine andere, als die Bewegung und Reibung der innern Theile des Metalles gegen einander, die durch die plötzliche und heftige Gewalt des Pulvers auf der innern Oberfläche des Laufes verurſacht wird, und ich glaube, dieſer Urſache iſt die Hitze größtentheils, wo nicht gänzlich beizumeſſen. Es iſt allgemein bekannt, daß bei einem

harten und dichten Körper in kurzer Zeit durch Reibung, oder, in noch kürzerer, durch Zuſammenſtoßen, Hitze erzeugt werden könne.

„Denn wenn zwei dichte, harte, elaſtiſche Körper „mit großer Gewalt und Schnelligkeit gegen einander „geſchlagen werden, ſo wird jeder Theil derſelben ſtark „zuſammengedrückt, und es entſteht eine Rückwirkung „mit der nämlichen Gewalt, weil der Körper ſtarr iſt. „Daraus entſpringt aber eine ſchnelle und mächtige „Zuſammenziehung und Ausdehnung in jedem Theil„chen, die den lebhaften Schwingungen gleicht, wel„che man bei ſchnell ausgeſpannten Schnuren bemerkt. „Wie ſtark dieſe Schwingungen ſind, kann man aus „dem Beiſpiele der Glocke erſehen, wenn ſie nur ein „einzigesmal angeſchlagen wird, wo ſich dann die ganze „Maſſe, ob ſie gleich groß iſt, doch eine lange Zeit hin„durch in unendlich vielen Elipſen ausdehnt, und zu„ſammenzieht. Wird nun gar die oben beſchriebene „Aneinanderreibung bewirkt, mit welcher Gewalt und „Schnelligkeit werden nicht Theilchen des geriebenen „Körpers zuſammengedrückt, erſchüttert, und wieder „bis in ihre innerſte Subſtanz erſchlafft? *)“ Und ſonach muß die hervorgebrachte Hitze mit der Schnelligkeit dieſer Schwingungen und der Gewalt der Reibung im Verhältniſſe ſtehen.

*) S. Shaw's translation of Boerhave's Chemiſtry. Vol. I. p. 249.

Ein Stück Eiſen, welches den Druck eines jeden, auch noch ſo großen Gewichtes aushält, ohne warm zu werden, kann man doch ſogleich durch den Schlag mit einem Hammer heiß machen. Ja auch weiche und unelaſtiſche Körper werden durch Erſchütterung erwärmt, vorausgeſetzt, daß die Geſchwindigkeit, womit ihre Theilchen dem Stoße ausweichen, groß genug ſei. Legt man eine Bleikugel auf einen Ambos, oder einen andern harten Körper, und thut einen heftigen Schlag mit dem Hammer darauf, ſo wird man ſie ſehr erhitzt finden. Allein die nämliche Kugel, in derſelben Lage, kann durch den Druck oder den Schlag eines ſehr großen Körpers, aber von geringer Geſchwindigkeit, noch weit mehr ausgedehnt werden, ohne ſonderliche Spuren von Wärme zu verrathen.

Um Hitze zu erzeugen, muß daher die Wirkung des Pulvers auf der inneren Seite des Laufes nicht bloß hinreichend ſeyn, das Metall auszuſpannen, und ſeine Bewegung in ſeinen Theilen hervorzubringen, ſondern dieſe Wirkung muß auch erſtaunlich ſchnell vor ſich gehen; und die Hitze wird noch um vieles vermehrt werden, wenn dieſe Kraftäußerung, und deren Dauer momentan ſind. Denn in dieſem Falle kehren die Fibern des Metalles, (wenn ich mich dieſes Ausdruckes bedienen darf), die gewaltſam ausgedehnt worden ſind, mit ihrer vollen Gewalt und Schnelligkeit wieder zurück, und ſo wird die vor-

hin beſchriebene ſchnelle Schwingungsbewegung und Reibung hervorgebracht werden.

Die durch das Losſchießen in einem Laufe hervorgebrachte Hitze iſt daher der Gewalt, mit welcher die Theilchen des Metalles ausgeſtreckt und zuſammengedrückt werden — der Plötzlichkeit, mit welcher dieſe Kraft ausgeübt wird — und der Kürze der Zeit ihrer Wirkungen proportional: das heißt, ſie verhält ſich wie die Stärke des Pulvers und die zur Ladung gebrauchte Menge — die Schnelligkeit der Entzündung — und die Geſchwindigkeit, mit welcher die erzeugte Flüſſigkeit ihren Ausgang findet.

Nun iſt aber die Wirkung einer gegebenen Pulverladung in einer Kanone beinahe einerlei, ſie mag mit oder ohne eine Kugel abgefeuert werden. Allein die Geſchwindigkeit, mit welcher der erzeugte Dampf ſeinen Ausweg nimmt, iſt bei weitem größer, wo bloßes Pulver abgeſchoſſen wird, als da, wo man es nöthigt, auf eine oder mehrere Kugeln zu wirken; die Hitze muß deswegen im erſteren Falle größer ſeyn, als im letztern, ſo wie ich dieß auch beim Verſuche fand.

Um indeß dieſen Gegenſtand in ein noch helleres Licht zu ſetzen, wollen wir annehmen, daß irgend eine gegebene Menge Pulver in einen Raum eingeſchloſ-

ſen ſey, der gerade ſo groß wäre, daß er ſie völlig beſaßte, und daß alsdann das Pulver in dieſer Lage angezündet würde. Wir wollen annehmen, daß dieſer Raum die Pulverkammer irgend einer großen Kanone ſey, und daß eine Kugel, oder ein beliebiger anderer ſolider Körper ſo feſt in den Lauf unmittelbar über die Ladung eingebracht worden, daß die ganze Gewalt des Pulvers nicht im Stande wäre, ihn zu entfernen. Sobald nun das Pulver angezündet, und der Dampf erzeugt wird, muß der Druck auf die innere Oberfläche der Kammer vermehrt werden, bis endlich, wenn alles Pulver verbrannt iſt, die Ausdehnung des Metalls ihren höchſten Grad erreicht, und in dieſer Lage nun alles bleibt. Die Kohäſion oder die Schnellkraft der Metalltheilchen hält alsdann dem Drucke der elaſtiſchen Flüſſigkeit das Gegengewicht.

Unter dieſen Umſtänden wird ſich ſehr wenig Hitze erzeugen, denn die fortgeſetzte Kraftäußerung des Dampfes gleicht beinahe der Natur des Druckes eines Gewichtes; und dieſe Erſchütterung, Schwingung und Reibung in den Metalltheilchen, die beim Zuſammenſtoßen elaſtiſcher Körper die Urſache der erzeugten Hitze iſt, kann hier kaum wirken.

Setzen wir jetzt einmal, daß die Kugel, ſtatt feſt an dieſem Punkte zu bleiben, beweglich ſey, doch

ſo, daß ſie nur mit großer Schwierigkeit, und in ſehr geringen Graden nachgeben ſoll. In dieſem Falle erzeugt ſich Dampf wie zuvor, und er äußert ſeine ganze Gewalt auf die Pulverkammer des Laufes. Da aber nunmehr die Kugel dem Drucke nachgiebt, und ſich im Laufe fortbewegt, ſo dehnt ſich das elaſtiſche Fluidum aus, und wird ſchwächer, und die Theilchen des Metalles kehren allmählich in ihre erſte Lage wieder zurück. Da jedoch die Geſchwindigkeit, womit ſich das Metall wieder herſtellt, nur gering iſt, ſo kehrt daſſelbe nur allmählich in ſeine urſprüngliche Lage; und da dieſe Geſchwindigkeit des Metalles gering iſt, ſo müſſen auch die Schwingungen, die in ihm zurück bleiben, nachdem der Dampf entwichen iſt, ſehr matt erfolgen, und eben ſo die Hitze, die dadurch erzeugt worden iſt.

Wird endlich der Fall ſo geſtellt, daß die Kugel, ſtatt ſchwer auszuweichen, weit leichter nachgiebt, ſo daß ſie dem Dampfe beim Entweichen nur wenigen Widerſtand entgegenſetzt, oder daß das Pulver ohne alle Kugel losgezündet wird; dann ſetzt ſich der Flamme wenig oder gar nichts bei ihrem Durchgange durch den Lauf entgegen, er breitet ſich mit ungeheurer Schnelligkeit aus, und ſeine Wirkung auf die Kanone hört in einem Augenblicke auf —; das ausgeſpannte Metall kehrt mit äußerſt ſchneller Bewegung wieder zurück — und es erfolgt eine heftige Schwingung, wodurch der Lauf ſehr erhitzt wird.

Von den Folgen, die das Zuſammenrammen des Pulvers in der Kammer des Laufes hervorbringt.

Bei einer aus 218 Körnern beſtehenden Pulverladung, welche in einer Patrone von feinem Papier ſanft in den Lauf geſteckt wurde, ohne daß man ſie noch feſt rammte, gab für die Geſchwindigkeit der Kugeln eine Mittelzahl aus dem vierzigſten, ein und vierzigſten, zwey und vierzigſten und ſieben und vierzigſten Verſuche, 1225 Fuß in einer Sekunde. Allein beim acht und ſechzigſten, neun und ſechzigſten und ſiebenzigſten Verſuche, wo die nämliche Quantität Pulver mit fünf oder ſechs ſtarken Stößen des Ladeſtockes niedergerammt worden war, zeigte ſich die Mittelzahl der Geſchwindigkeit gleich 1329 Fuß in einer Sekunde. Jetzt verhält ſich aber die ganze Gewalt oder die ganze durch die Ladung auf die Kugel ausgeübte Kraft wie das Quadrat ihrer Geſchwindigkeit; und $\overline{1329}^2$ verhält ſich zu $\overline{1225}^2$ wie 1,1776 zu 1, oder faſt wie 6 zu 5; und in dieſem Verhältniſſe war auch die Gewalt der gegebenen Pulverladung durch das Rammen verſtärkt worden.

Beim ein und ſiebenzigſten Verſuche wurde das Pulver auch zuſammengerammt, allein das Zündloch, ſtatt ſich am Boden der Röhre zu befinden, ſtand 1,3 Zoll davon, und die Geſchwindigkeit der Kugel war beträchtlich vermindert, denn ſie betrug bloß 1080 Fuß, ſtatt

Ladungen.	Geſchwindigkeiten. berechnete;	wirkliche.	Unterſchied.	Zahl d. Verſ.
437½	1764	1764	——	3
330	1533	1594	+ 61	2
310	1486	1459	— 27	1
290	1436	1436	0	7
218	1232	1225	— 7	4
208	1216	1256	+ 40	3
165	1083	1087	+ 4	2
145	1018	1040	+ 22	2
104	860	757	— 103	2

Die berechneten Geſchwindigkeiten wurden, ſo wie ſie in dieſer Tafel verzeichnet ſind, nach den Verhältniſſen der Quadratwurzel von 437½ — (Das Gewicht der größten Pulverladung in Granen ausgedrükt) — zur mittleren Geſchwindigkeit der Kugel mit derſelben Ladung und dem Zündloche bei ○, nemlich 1764 Fuß in der Sekunde, — und der Quadratwurzel der andern Ladungen, nach Granen beſtimmt.

Die wirklichen Geſchwindigkeiten ſind Mittelzahlen aus allen Verſuchen, die unter ähnlichen Umſtänden mit den angegebenen Ladungen angeſtellt wurden.

Die vierte Columne zeigt den Unterſchied der berechneten und der wirklichen Geſchwindigkeit oder die Zahl der Fuße in einer Sekunde, mit welcher die wirkli-

che Geſchwindigkeit die berechnete übertraf, oder zu wenig war: auf der fünften Reihe iſt die Zahl der Verſuche mit jeder Ladung angegeben, aus deren Mittel die wirkliche Geſchwindigkeit beſtimmt wurde.

Die Uebereinſtimmung der berechneten Geſchwindigkeit mit der wirklichen, wird noch auffallender erſcheinen, wenn wir die Summe und den Unterſchied dieſer Geſchwindigkeiten von allen Ladungen, die erſte ausgenommen, zuſammen nehmen: auf dieſe Art iſt die Summe der Geſchwindigkeiten — 1764.

berechnet	wirklich.	Unterſchied.	Zahl d. V.
9864	9854	— 10	23.

Hieraus geht alſo hervor, daß der Unterſchied, oder die wirkliche Geſchwindigkeit bei einer Mittelzahl aus drei und zwanzig Verſuchen nur um $\frac{1}{23}$ geringer war, als die berechnete Geſchwindigkeit.

Da indeß bei weitem der größte Theil der Verſuche mit den folgenden Ladungen angeſtellt wurde, nemlich 290, 218, 208, 165, und 145 Gran Pulver, ſo wollen wir die Summe und den Unterſchied der wirklichen und der berechneten Geſchwindigkeiten dieſer Ladungen ſo nehmen:

Statt aber, daß dieſes der Fall ſeyn ſollte, ſehen wir oft das zärteſte Papier unentzündet aus der Mündung herausfliegen, nachdem es die Wirkung des Feuers durch den ganzen Lauf ausgehalten hat, und die kleinſten Bleikugeln werden ohne zu ſchmelzen herausgeſchoſſen.

Man kann indeß hier einwenden, daß man die Kugeln jederzeit ſehr heiß finde, wenn man ſie, unmittelbar nachdem ſie aus der Kanone gekommen ſind, anfaßt, und daß dieſer Umſtand ein Beweis von der Intenſität der Hitze der Pulverflamme, und von deren großen Macht ſei, den dichteſten Körpern Wärme mitzutheilen.

Auf dieſe Bemerkung antworte ich, daß ich auch das nämliche an Kugeln, die aus Windbüchſen und von Armbrüſten abgeſchoſſen worden, beobachtet habe, wenn dieſe Kugeln gegen einen harten Körper angeprallt, und ſehr flach gedrückt waren; auch findet man Musketenkugeln jederzeit heißer im Verhältniß zu der Härte des Körpers, gegen welchen ſie gerichtet wurden. Schießt man eine Flintenkugel auf einen weichen Körper, z. B. in das Waſſer, ſo wird man ſie nicht merklich erwärmt finden; feuert man ſie hingegen auf eine ſtarke Eiſenplatte, oder einen andern für ſie undurchdringlichen Körper los, ſo wird ſie durch den Anprall in Stücken geſchlagen werden, und

che Geſchwindigkeit die berechnete übertraf, oder zu wenig war: auf der fünften Reihe iſt die Zahl der Verſuche mit jeder Ladung angegeben, aus deren Mittel die wirkliche Geſchwindigkeit beſtimmt wurde.

Die Uebereinſtimmung der berechneten Geſchwindigkeit mit der wirklichen, wird noch auffallender erſcheinen, wenn wir die Summe und den Unterſchied dieſer Geſchwindigkeiten von allen Ladungen, die erſte ausgenommen, zuſammen nehmen: auf dieſe Art iſt die Summe der Geſchwindigkeiten — 1764.

berechnet	wirklich.	Unterſchied.	Zahl d. V.
9864	9854	— 10	23.

Hieraus geht alſo hervor, daß der Unterſchied, oder die wirkliche Geſchwindigkeit bei einer Mittelzahl aus drei und zwanzig Verſuchen nur um $\frac{10}{23}$ geringer war, als die berechnete Geſchwindigkeit.

Da indeß bei weitem der größte Theil der Verſuche mit den folgenden Ladungen angeſtellt wurde, nemlich 290, 218, 208, 165, und 145 Gran Pulver, ſo wollen wir die Summe und den Unterſchied der wirklichen und der berechneten Geſchwindigkeiten dieſer Ladungen ſo nehmen:

nem langen Gebrauche iſt es oft nöthig, daſſelbe mit einer ſoliden Schraube zu verbohren, und durch deren Mitte ein neues Zündloch, von dem gehörigen Durchmeſſer anzubringen. Man nennt dieſe Operation bushing oder beſſer bouching the piece *).

Bei den Vogelflinten der beſſern Art wird aber das Zündloch mit Gold ausgefüttert, und dann halten ſie, wie man gefunden hat, das Schießen ſehr lange Zeit, ohne den mindeſten Nachtheil aus. Nun weiß aber jedermann, daß Gold bei einem geringeren Grade von Hitze ſchmilzt, als erfordert wird, um Eiſen in Fluß zu ſetzen; allein das Gold iſt nicht der Zerfreſſung von irgend einer Subſtanz unterworfen, welche bei der Entzündung des Schießpulvers erzeugt werden kann. — Da nun beim Eiſen nicht dieſer nämliche Fall ſtatt findet, ſo nehme ich ſolches als die einzige Urſache an, warum ein mit Gold ausgefüttertes Zündloch viel dauerhafter iſt, als ein eiſernes. Anderſeits ſcheint aber Eiſen wiederum dauerhafter als Erz zu ſeyn; und ſo könnte vielleicht Stahl oder ein anderes wohlfeileres Metall entdeckt werden, welches die Stelle des Goldes erſetzte, und man könnte ſo die großen Unkoſten erſparen, die beim Verbohren mit dieſem koſtbaren Metalle ſtatt finden; und eine ſolche Verbeſſerung doch allgemein einführen.

*) Das Gewehr zupfropfen.

Es führt uns dieſes auf ein ſehr leichtes und wirkſames Mittel gegen den Fehler, über den man ſich bei allen Arten von ſchwerem Geſchütze aus Erz ſeit ſo langer Zeit beklagt, nemlich das Ausbrennen des Zündloches: verbohrt man nämlich dieſe Stücke mit Eiſen, ſo iſt kein Zweifel, daß ſie nicht eben ſo gut, wie eiſerne Gewehre, das Feuer aushalten würden, und ſollte man bei den Verſuchen hierüber Stahl noch beſſer, als Eiſen, finden, ſo könnte man dieſen ſtatt jenem anwenden. Ja, ich wäre ſogar geneigt zu glauben, daß, wenn das Zündloch mit Gold ausgefüttert würde, man dieſes auf eine Art einrichten könnte, daß die Ausgabe dafür nicht zu hoch käme, und doch zugleich die Dicke deſſelben hinlangte, um der Gewalt der Flamme eine lange Zeit hindurch zu widerſtehen.

Ich komme jetzt wieder auf die, beim Losſchießen der Kanone entſtehende Hitze zurück. Es iſt klar gezeigt worden, daß ſie nicht von der Flamme allein herrühren könne, ſondern daß noch eine andere Urſache vorhanden ſei, der ſie zugeſchrieben werden müſſe; dieſe iſt aber keine andere, als die Bewegung und Reibung der innern Theile des Metalles gegen einander, die durch die plötzliche und heftige Gewalt des Pulvers auf der innern Oberfläche des Laufes verurſacht wird, und ich glaube, dieſer Urſache iſt die Hitze größtentheils, wo nicht gänzlich beizumeſſen. Es iſt allgemein bekannt, daß bei einem

harten und dichten Körper in kurzer Zeit durch Reibung, oder, in noch kürzerer, durch Zuſammenſtoßen, Hitze erzeugt werden könne.

„Denn wenn zwei dichte, harte, elaſtiſche Körper „mit großer Gewalt und Schnelligkeit gegen einander „geſchlagen werden, ſo wird jeder Theil derſelben ſtark „zuſammengedrückt, und es entſteht eine Rückwirkung „mit der nämlichen Gewalt, weil der Körper ſtarr iſt. „Daraus entſpringt aber eine ſchnelle und mächtige „Zuſammenziehung und Ausdehnung in jedem Theil„chen, die den lebhaften Schwingungen gleicht, wel„che man bei ſchnell ausgeſpannten Schnuren bemerkt. „Wie ſtark dieſe Schwingungen ſind, kann man aus „dem Beiſpiele der Glocke erſehen, wenn ſie nur ein „einzigesmal angeſchlagen wird, wo ſich dann die ganze „Maſſe, ob ſie gleich groß iſt, doch eine lange Zeit hin„durch in unendlich vielen Elipſen ausdehnt, und zu„ſammenzieht. Wird nun gar die oben beſchriebene „Aneinanderreibung bewirkt, mit welcher Gewalt und „Schnelligkeit werden nicht Theilchen des geriebenen „Körpers zuſammengedrückt, erſchüttert, und wieder „bis in ihre innerſte Subſtanz erſchlafft? *)" Und ſonach muß die hervorgebrachte Hitze mit der Schnelligkeit dieſer Schwingungen und der Gewalt der Reibung im Verhältniſſe ſtehen.

*) S. Shaw's translation of Boerhave's Chemiſtry. Vol. I. p. 249.

Ein Stück Eiſen, welches den Druck eines jeden, auch noch ſo großen Gewichtes aushält, ohne warm zu werden, kann man doch ſogleich durch den Schlag mit einem Hammer heiß machen. Ja auch weiche und unelaſtiſche Körper werden durch Erſchütterung erwärmt, vorausgeſetzt, daß die Geſchwindigkeit, womit ihre Theilchen dem Stoße ausweichen, groß genug ſei. Legt man eine Bleikugel auf einen Ambos, oder einen andern harten Körper, und thut einen heftigen Schlag mit dem Hammer darauf, ſo wird man ſie ſehr erhitzt finden. Allein die nämliche Kugel, in derſelben Lage, kann durch den Druck oder den Schlag eines ſehr großen Körpers, aber von geringer Geſchwindigkeit, noch weit mehr ausgedehnt werden, ohne ſonderliche Spuren von Wärme zu verrathen.

Um Hitze zu erzeugen, muß daher die Wirkung des Pulvers auf der inneren Seite des Laufes nicht bloß hinreichend ſeyn, das Metall auszuſpannen, und ſeine Bewegung in ſeinen Theilen hervorzubringen, ſondern dieſe Wirkung muß auch erſtaunlich ſchnell vor ſich gehen; und die Hitze wird noch um vieles vermehrt werden, wenn dieſe Kraftäußerung, und deren Dauer momentan ſind. Denn in dieſem Falle kehren die Fibern des Metalles, (wenn ich mich dieſes Ausdruckes bedienen darf), die gewaltſam ausgedehnt worden ſind, mit ihrer vollen Gewalt und Schnelligkeit wieder zurück, und ſo wird die vor-

hin beſchriebene ſchnelle Schwingungsbewegung und Reibung hervorgebracht werden.

Die durch das Losſchießen in einem Laufe hervorgebrachte Hitze iſt daher der Gewalt, mit welcher die Theilchen des Metalles ausgeſtreckt und zuſammengedrückt werden — der Plötzlichkeit, mit welcher dieſe Kraft ausgeübt wird — und der Kürze der Zeit ihrer Wirkungen proportional: das heißt, ſie verhält ſich wie die Stärke des Pulvers und die zur Ladung gebrauchte Menge — die Schnelligkeit der Entzündung — und die Geſchwindigkeit, mit welcher die erzeugte Flüſſigkeit ihren Ausgang findet.

Nun iſt aber die Wirkung einer gegebenen Pulverladung in einer Kanone beinahe einerlei, ſie mag mit oder ohne eine Kugel abgefeuert werden. Allein die Geſchwindigkeit, mit welcher der erzeugte Dampf ſeinen Ausweg nimmt, iſt bei weitem größer, wo bloßes Pulver abgeſchoſſen wird, als da, wo man es nöthigt, auf eine oder mehrere Kugeln zu wirken; die Hitze muß deswegen im erſteren Falle größer ſeyn, als im letztern, ſo wie ich dieß auch beim Verſuche fand.

Um indeß dieſen Gegenſtand in ein noch helleres Licht zu ſetzen, wollen wir annehmen, daß irgend eine gegebene Menge Pulver in einen Raum eingeſchloſ-

ſen ſey, der gerade ſo groß wäre, daß er ſie völlig beſaßte, und daß alsdann das Pulver in dieſer Lage angezündet würde. Wir wollen annehmen, daß dieſer Raum die Pulverkammer irgend einer großen Kanone ſey, und daß eine Kugel, oder ein beliebiger anderer ſolider Körper ſo feſt in den Lauf unmittelbar über die Ladung eingebracht worden, daß die ganze Gewalt des Pulvers nicht im Stande wäre, ihn zu entfernen. Sobald nun das Pulver angezündet, und der Dampf erzeugt wird, muß der Druck auf die innere Oberfläche der Kammer vermehrt werden, bis endlich, wenn alles Pulver verbrannt iſt, die Ausdehnung des Metalls ihren höchſten Grad erreicht, und in dieſer Lage nun alles bleibt. Die Kohäſion oder die Schnellkraft der Metalltheilchen hält alsdann dem Drucke der elaſtiſchen Flüſſigkeit das Gegengewicht.

Unter dieſen Umſtänden wird ſich ſehr wenig Hitze erzeugen, denn die fortgeſetzte Kraftäußerung des Dampfes gleicht beinahe der Natur des Druckes eines Gewichtes; und dieſe Erſchütterung, Schwingung und Reibung in den Metalltheilchen, die beim Zuſammenſtoßen elaſtiſcher Körper die Urſache der erzeugten Hitze iſt, kann hier kaum wirken.

Setzen wir jetzt einmal, daß die Kugel, ſtatt feſt an dieſem Punkte zu bleiben, beweglich ſey, doch

ſo, daß ſie nur mit großer Schwierigkeit, und in ſehr geringen Graden nachgeben ſoll. In dieſem Falle erzeugt ſich Dampf wie zuvor, und er äußert ſeine ganze Gewalt auf die Pulverkammer des Laufes. Da aber nunmehr die Kugel dem Drucke nachgiebt, und ſich im Laufe fortbewegt, ſo dehnt ſich das elaſtiſche Fluidum aus, und wird ſchwächer, und die Theilchen des Metalles kehren allmählich in ihre erſte Lage wieder zurück. Da jedoch die Geſchwindigkeit, womit ſich das Metall wieder herſtellt, nur gering iſt, ſo kehrt daſſelbe nur allmählich in ſeine urſprüngliche Lage; und da dieſe Geſchwindigkeit des Metalles gering iſt, ſo müſſen auch die Schwingungen, die in ihm zurück bleiben, nachdem der Dampf entwichen iſt, ſehr matt erfolgen, und eben ſo die Hitze, die dadurch erzeugt worden iſt.

Wird endlich der Fall ſo geſtellt, daß die Kugel, ſtatt ſchwer auszuweichen, weit leichter nachgiebt, ſo daß ſie dem Dampfe beim Entweichen nur wenigen Widerſtand entgegenſetzt, oder daß das Pulver ohne alle Kugel losgezündet wird; dann ſetzt ſich der Flamme wenig oder gar nichts bei ihrem Durchgange durch den Lauf entgegen, er breitet ſich mit ungeheurer Schnelligkeit aus, und ſeine Wirkung auf die Kanone hört in einem Augenblicke auf —; das ausgeſpannte Metall kehrt mit äußerſt ſchneller Bewegung wieder zurück — und es erfolgt eine heftige Schwingung, wodurch der Lauf ſehr erhitzt wird.

Von den Folgen, die das Zuſammenrammen des Pulvers in der Kammer des Laufes hervorbringt.

Bei einer aus 218 Körnern beſtehenden Pulverladung, welche in einer Patrone von feinem Papier ſanft in den Lauf geſteckt wurde, ohne daß man ſie noch feſt rammte, gab für die Geſchwindigkeit der Kugeln eine Mittelzahl aus dem vierzigſten, ein und vierzigſten, zwey und vierzigſten und ſieben und vierzigſten Verſuche, 1225 Fuß in einer Sekunde. Allein beim acht und ſechzigſten, neun und ſechzigſten und ſiebenzigſten Verſuche, wo die nämliche Quantität Pulver mit fünf oder ſechs ſtarken Stößen des Ladeſtockes niedergerammt worden war, zeigte ſich die Mittelzahl der Geſchwindigkeit gleich 1329 Fuß in einer Sekunde. Jetzt verhält ſich aber die ganze Gewalt oder die ganze durch die Ladung auf die Kugel ausgeübte Kraft wie das Quadrat ihrer Geſchwindigkeit; und 1329^2 verhält ſich zu 1225^2 wie 1,1776 zu 1, oder faſt wie 6 zu 5; und in dieſem Verhältniſſe war auch die Gewalt der gegebenen Pulverladung durch das Rammen verſtärkt worden.

Beim ein und ſiebenzigſten Verſuche wurde das Pulver auch zuſammengerammt, allein das Zündloch, ſtatt ſich am Boden der Röhre zu befinden, ſtand 1,3 Zoll davon, und die Geſchwindigkeit der Kugel war beträchtlich vermindert, denn ſie betrug bloß 1080 Fuß, ſtatt

1276 in einer Sekunde, welche letztere Summe die Mittelzahl für dieſe Ladung mit dem auf ſolche Weiſe angebrachten Zündloche war, wenn das Pulver zuſammengerammt wurde. Man ſehe die Verſuche Nr. 43, 44, 45, 46.

Wenn man, ſtatt das Pulver zu rammen, oder es leicht in dem Laufe zuſammen zu drücken, daſſelbe in einen noch größern Raum bringt, als es auszufüllen im Stande iſt, ſo wird die Gewalt der Ladung dadurch ſehr merklich geſchwächt, wie ſolches Robins und andere durch wiederholte Verſuche gefunden haben. In meinem dreiſſigſten Verſuche wurde die Ladung, die nur aus 165 Körnern Pulver beſtand, ſo vorgerichtet, daß ſie 3,2 Zoll ſtatt 1,45 im Laufe einnahm, welcher letztere Raum gerade ausgefüllt wurde, wenn man ſie ſanft ohne Rammen hineinbrachte: und die Folge davon war, daß die Geſchwindigkeit der Kugel, ſtatt 1100 Fuß oder mehr, in der Sekunde zu betragen, nur 914 Fuß betrug, wobei auch der Rückprall in gleichem Verhältniſſe vermindert erſchien.

Und aus allem dieſen können wir jetzt die praktiſche Erfahrung ziehen, daß das Pulver, womit ein Stück ſchweres Geſchütz, oder irgend ein anderes Schießgewehr geladen worden, jederzeit in dem Laufe zuſammengedrückt werden müſſe; und wird es bis zu einem gewiſſen Grade zuſammengerammt, ſo ver-

gröſſert ſich die Geſchwindigkeit der Kugel noch weit mehr. Es iſt ſehr gut bekannt, daß der Rückprall einer Flinte gröſſer iſt, wenn das Pulver in derſelben vorher zuſammengerammt war, als wenn ſolches nicht geſchah; und man kann keinen beſſern Beweis als dieſen finden, daß dieſe Operation die Gewalt des Pulvers vermehre.

Von der Beziehung der Geſchwindigkeit der Kugeln auf die Pulverladungen, durch welche ſie fortgetrieben werden.

Es ſcheint aus allen Verſuchen, welche bisher über die anfängliche Geſchwindigkeit der Kugeln angeſtellt worden, hervorzugehen, daß wenn der Durchmeſſer und das Gewicht der Kugeln einerlei ſind, und ſie durch verſchiedene Quantitäten Pulver aus dem nämlichen Gewehre abgeſchoſſen werden, ſich die Geſchwindigkeiten faſt in dem Verhältniß der Quadratwurzeln aus den Produkten von den Gewichten in die Ladungen verhalten.

Die nachfolgende Tabelle zeigt, wie genau dieſes Geſetz bei den vorhergegangenen Verſuchen erfüllt worden iſt.

Ladungen.	Geſchwindigkeiten. berechnete;	wirkliche.	Unterſchied.	Zahl d. Verſ.
437½	1764	1764	——	3
330	1533	1594	+ 61	2
310	1486	1459	— 27	1
290	1436	1436	0	7
218	1232	1225	— 7	4
208	1216	1256	+ 40	3
165	1083	1087	+ 4	2
145	1018	1040	+ 22	2
104	860	757	— 103	2

Die berechneten Geſchwindigkeiten wurden, ſo wie ſie in dieſer Tafel verzeichnet ſind, nach den Verhältniſſen der Quadratwurzel von 437½ — (Das Gewicht der größten Pulverladung in Granen ausgedrückt) — zur mittleren Geſchwindigkeit der Kugel mit derſelben Ladung und dem Zündloche bei o, nemlich 1764 Fuß in der Sekunde, — und der Quadratwurzel der andern Ladungen, nach Granen beſtimmt.

Die wirklichen Geſchwindigkeiten ſind Mittelzahlen aus allen Verſuchen, die unter ähnlichen Umſtänden mit den angegebenen Ladungen angeſtellt wurden.

Die vierte Columne zeigt den Unterſchied der berechneten und der wirklichen Geſchwindigkeit oder die Zahl der Fuße in einer Sekunde, mit welcher die wirkli-

che Geſchwindigkeit die berechnete übertraf, oder zu wenig war: auf der fünften Reihe iſt die Zahl der Verſuche mit jeder Ladung angegeben, aus deren Mittel die wirkliche Geſchwindigkeit beſtimmt wurde.

Die Uebereinſtimmung der berechneten Geſchwindigkeit mit der wirklichen, wird noch auffallender erſcheinen, wenn wir die Summe und den Unterſchied dieſer Geſchwindigkeiten von allen Ladungen, die erſte ausgenommen, zuſammen nehmen: auf dieſe Art iſt die Summe der Geſchwindigkeiten — 1764.

berechnet	wirklich.	Unterſchied.	Zahl d. V.
9864	9854	— 10	23.

Hieraus geht alſo hervor, daß der Unterſchied, oder die wirkliche Geſchwindigkeit bei einer Mittelzahl aus drei und zwanzig Verſuchen nur um $\frac{1}{23}$ geringer war, als die berechnete Geſchwindigkeit.

Da indeß bei weitem der größte Theil der Verſuche mit den folgenden Ladungen angeſtellt wurde, nemlich 290, 218, 208, 165, und 145 Gran Pulver, ſo wollen wir die Summe und den Unterſchied der wirklichen und der berechneten Geſchwindigkeiten dieſer Ladungen ſo nehmen:

Summe der Geſchwindigkeiten.			
berechnet.	wirklich.	Unterſchied.	Zahl d. V.
5985	6044	+59	18.

Hier iſt die Uebereinſtimmung der Theorie mit den Verſuchen ſo merkwürdig, daß wir annehmen müſſen, es ſey etwas Zufälliges dabei geweſen; denn der Unterſchied der Geſchwindigkeit bei der Wiederholung des nämlichen Verſuches war im Ganzen weit größer, als der Unterſchied der berechneten und wirklichen Geſchwindigkeiten in gegenwärtigem Falle. Indeß glaube ich, daß wir aus dem Reſultate aller dieſer Verſuche immerhin ſchließen können, daß die Geſchwindigkeiten von einerlei Musketenkugeln, wenn ſie aus dem nemlichen Gewehre mittelſt verſchiedener Ladungen von einerlei Pulver abgeſchoſſen werden, beinahe immer im ſubduplicirten Verhältniſſe zum Gewichte der Ladung ſtehen.

Ob dieſes Geſetz bei Kanonenkugeln und Bomben von großem Durchmeſſer noch anwendbar iſt, oder nicht, wage ich in dieſem Augenblicke nicht zu beſtimmen; allein aus verſchiedenen Urſachen, die ich anführen könnte, bin ich eher der Meynung, daß dieſer Fall nicht ſtatt findet, zum wenigſten nicht in dem Grade von Genauigkeit, den wir bei den eben beſchriebenen Verſuchen hatten.

Von den Folgen, wenn man das Zündloch an verſchiedenen Punkten der Ladung anbringt.

In Betreff der Art, wie ſich das Schießpulver eigentlich entzündet, giebt es zweierlei Meynungen. Robins nimmt an, daß das Fortſchreiten von deſſen Entzündung ſo außerordentlich ſchnell ſey, „daß alles „Pulver der Ladung ſchon in Flamme ſtehe, und in „Dampf verwandelt worden ſey, ehe noch die Kugel „merklich von ihrem Platze bewegt worden". Andere ſind unterdeſſen der Meynung geweſen, daß die Entzündung weit langſamer fortrücke, und daß die Ladung ſelten oder nie völlig in Flamme ſtehe, ehe ſich die Kugel nicht auch ſchon außerhalb des Laufes befinde.

Die große Menge von Pulver, welche häufig noch unentzündet aus den Feuergewehren herausgeſchoſſen wird, ſcheint die Behauptung der Vertheidiger der allmähligen Entzündung zu unterſtützen; allein Robins ſucht dieſen Umſtand auf verſchiedene Weiſe zu erklären, und verficht ſeine Annahme, indem er zeigt, daß jede Vergrößerung der Ladung innerhalb der Gränzen, in welchen ſie in Ausübung gebracht werden kann, eine verhältnißmäßige Vermehrung der Geſchwindigkeit der Kugel hervorbringe; und daß, wenn das Pulver durch ein großes zugeſetztes Gewicht eingeſchloſſen wird, wenn man nemlich z. B. zwei, drei, oder mehr Kugeln ſtatt einer auf einmal abſchießt, die

Geſchwindigkeit nicht viel größer ſey, als nach ſeiner Theorie ſtatt finden müſſe.

Wäre dieſe Unterſuchung ein bloßer Gegenſtand der Spekulation; ſo möchte es nicht der Mühe werth ſeyn, mit ihrer Auseinanderſetzung viele Zeit zu verderben: ſo aber iſt es ein Punkt, von deſſen genauer Kenntniß die Beſtimmung von gar manchen wichtigen Umſtänden abhängt, die mit dem Artilleriweſen in genauer Verbindung ſtehen, und woraus manche nützliche Verbeſſerungen abgeleitet werden können, und ſonach möchte keine Mühe für zu groß geachtet werden dürfen, um der Wahrheit näher zu kommen.

So lange als die Art, auf welche das Pulver in Brand geräth, und die Geſchwindigkeit, mit welcher ſich dieſe Entzündung fortpflanzt, noch nicht bekannt ſind, kann man nichts mit Gewißheit über die Form der Pulverkammern beim ſchweren Geſchütze beſtimmen, oder die vortheilhafteſte Lage für das Zündloch angeben; eben ſo wenig kann man die Gewalt des Pulvers, oder die Stärke, die an den verſchiedenen Theilen der Kanone nöthig iſt, mit irgend einem Grade von Genauigkeit beſtimmen.

Da es leicht ſeyn mußte, die beſte Lage für das Zündloch auszumitteln, ſobald mir die Geſchwindigkeit der Entzündung des Pulvers bekannt war, ſo

hoffte ich andererseits auch diese Geschwindigkeit bestimmen zu können, wenn ich die Wirkung auszumitteln im Stande wäre, die ein an verschiedenen Punkten der Ladung angebrachtes Zündloch haben müßte. In dieser Absicht wurden nachfolgende Versuche angestellt.

Tafel der Versuche, welche die Wirkungen der an verschiedenen Punkten der Ladung angebrachten Zündlöcher zeigen.

Gewicht der Pulverla dung.	Raum, welchen das Pul ver einnahm	Zündloch, vom Boden des Laufes entfernt.	Mittel der Geschwindig keit der Kugel.	Rückprall nach einer Mittelhöhe, mit d. Ma de ausgemessen.	Anzahl der Versuche.
Gran.	Zoll.	Zoll.	Fuß in d. Sek.	Zoll.	
165	1,45	0	1087	14,465	2
. . .	. . .	1,32	1082	14,31	3
218	1,9	0	1225	17,93	4
. . .	. . .	1,3	1276	18,34	4
290	2,6	0	1427	22,626	3
. . .	. . .	1,3	1493	23,34	3
. . .	. . .	2,6	1460	23,286	4
. . .	. . .	0	1444	23,135	4
. . .	. . .	2,6	1413	24,5	3
310	2,7	0	——	24,69	1
. . .	. . .	1,32	——	24,95	1
. . .	. . .	2,63	——	24,9	1
330	2,9	0	1594	26,075	2
. . .	. . .	1,3	1625	26,4	2
. . .	. . .	2,6	1525	25,3	2
437½	3,9	0	1764	33,3	3
. . .	. . .	2,6	1751	32,866	3

Es ergiebt ſich aus den vorſtehenden Verſuchen, daß der Unterſchied der Gewalt irgend einer gegebenen Pulverladung, der aus der beſondern Lage des Zündloches entſpringt, äußerſt gering iſt.

Mit hundert und fünf und ſechzig Gran Pulver und dem Zündloch bei o betrug die Geſchwindigkeit der Kugel nach einer Mittelzahl aus zwei Verſuchen (nemlich Nr. 20 und 21) 1087 Fuß in einer Sekunde; und mit der nemlichen Ladung, und dem Zündloche bei 1,32 Zoll, zeigte ſich eine Mittelzahl der Geſchwindigkeit aus dem 22ſten, 23ſten und 24ſten Verſuche gleich 1082 Fuß in einer Sekunde. Der Unterſchied (welcher für die Sekunde fünf Fuß beträgt) iſt hier geringer, als wie er ſich gewöhnlich bei der Wiederholung dieſer nemlichen Verſuche fand.

Mit 218 Gran Pulver und dem Zündloche bei o war die Geſchwindigkeit nach der Mittelzahl des 40ſten, 41ſten, 42ſten und 47ſten Verſuches 1225 Fuß in einer Sekunde, und mit der nemlichen Ladung, und dem Zündloche bei 1,3 betrug ſie 1276 Fuß in der Sekunde, welches die Mittelzahl aus vier Verſuchen, nemlich Nr. 43, 44, 45 und 46 war.

Bei der erſten Reihe von Verſuchen, mit 290 Gran Pulver, betrugen die Geſchwindigkeiten:

Zündloch bei 0.	Zündloch bei 1,3.	Zündloch bei 2,6.
1414	1476	1502
1455	1520	1450
1412	1483	1433
		1454
3)4281	3)4479	4)5839
Mittel 1427	1493	1460

Siehe die Verſuche von Nr. 48 bis Nr. 57 inclusive.

Bei der zweiten Reihe waren die Geſchwindigkeiten

Zündloch bei 0.	Zündloch bei 2,6.
1419	1438
1460	1423
1462	1378
1436	
4) 5777	3) 4239
Mittelzahl 1444	1413

Siehe die Verſuche von Nr. 109 bis Nr. 115 incluſive.

Und wenn wir nun die Mittelzahlen ſämmtlicher Geſchwindigkeiten, von beiden Reihen bei jeder La-

ge des Zündlochs nehmen, ſo iſt die mittlere Geſchwindigkeit

bei Zündloch 0.	Zündloch bei 1,3.	Zündloch bei 2,6.
1436	1493	1437

Die Mittelzahlen des Rückpralls bei dieſen Verſuchen waren:

Zündloch bei 0.	Zündloch bei 1,3.	Zündloch bei 2,6.
22,88	23,34	23,61

Bei den Verſuchen mit 310 Gran Pulver wurden die Geſchwindigkeiten der Kugeln nicht mit hinlänglicher Genauigkeit beſtimmt, um ſich darauf verlaſſen zu können; allein die Rückpralle, welche äußerſt ſcharf gemeſſen worden waren, zeigten ſich folgendermaaßen.

Zündloch bei 0.	Zündloch bei 1,3.	Zündloch bei 2,6.
24,69	24,95	24,9

Mit 330 Gran Pulver betrugen die mittleren Geſchwindigkeiten des Rückpralles:

	Zündl. b. 0.	Zündl. b. 1,3.	Zündl. b. 2,6.
Geſchwindigkeit	1594	1625	1525
Rückprall	26,[illegible]	26,4	25,3

Bei den Verſuchen mit 437½ Gran (eine Unze Avoirdupois) Pulver waren die Geſchwindigkeiten und Rückpralle:

Zündloch bei 0.		Zündloch bei 2,5.	
Geſchwindigkeit.	Rückprall.	Geſchwindigkeit.	Rückprall.
1738	33,	1707	32,5
1824	33,3	1757	33,2
1728	33,6	1789	32,9
3) 5291	3) 99,9	3) 5253	3) 98,6
Mittel 1764	33,3	1751	32,866

Aus den Reſultaten dieſer Verſuche gehet hervor, daß, wenn man das Zündloch an verſchiedenen Punkten der Entfernung vom Boden der Pulverkammer anbringt, die Wirkung davon bei verſchiedenen Ladungen verſchieden ausfällt. Daher war die Geſchwindigkeit der Kugel mit 165 Gran Pulver vielmehr vermindert, wenn man das Zündloch von 0, oder dem Boden des Laufes bis zu 1,3 verrückte; allein mit 118 Gran Pulver war ſie etwas vergrößert, und eben dieſes zeigte ſich auch beim Rückprall.

Mit 290 Gran Pulver war die Geſchwindigkeit am größten, wenn das Pulver am Zündloche 1,3 abgebrannt wurde, welches beinahe an der Mitte der

Ladung ſtand, und noch größer, wenn es an der Spitze, oder unmittelbar hinter der Kugel angezündet war. Am Boden losgebrannt, zeigte ſich die Wirkung ſchwächer. Aus dem Rückprallen ſcheint ſich zu ergeben, daß die Geſchwindigkeiten der Kugeln faſt auf ähnliche Weiſe verſchieden waren, wenn die Ladung aus 310 Gran Pulver beſtand.

Mit 330 Gran Pulver waren ſowohl Geſchwindigkeit der Kugel als Rückprall größer, wenn das Pulver in der Mitte der Ladung, als wenn es am Boden derſelben angezündet wurde. Allein ſie zeigten ſich als die ſchwächſten von allen, ſobald man es bei der Spitze in Brand ſetzte. Und wenn man eine Unze Pulver zur Ladung gebrauchte, ſo war deſſen Gewalt am ſtärkſten, wenn ſie am Boden losgebrannt war. Allein der Unterſchied in der Gewalt des Pulvers, der aus der eigenthümlichen Stelle, an welcher das Zündloch angebracht war, entſtand, zeigte ſich in allen Fällen ſo unbeträchtlich, (denn, wie ich ſchon vorhin bemerkt habe, er war geringer, als wie man ihn häufig bei Wiederholung dieſer nämlichen Verſuche beobachtete) daß man aus den Verſuchen keinen weitern Schluß ziehen kann, als den, daß eine gegebene Ladung Pulver faſt immer einerlei Gewalt ausübt, die Lage des Zündloches mag übrigens ſeyn, welche ſie will.

Und hieraus ergiebt ſich nun dieſe praktiſche Fol-

der 20ſte Verſuch	14,73	Zoll
— 21ſte — —	14,2	—
— 22ſte — —	14,8	—
— 23ſte — —	14,58	—
— 24ſte — —	14,68	—
	5) 73, (= 14,6	Z. Mittel.

Und die dieſer Länge (14,6 Zoll) entſprechende Geſchwindigkeit des Rückpralles (= V) iſt die von 2,9880 Fuß in der Sekunde: folglich iſt V — U, oder 2,9880 — 1,1358 gleich 1,8522 Fuß in einer Sekunde.

Da man indeſſen weiß, daß die Geſchwindigkeiten des Rückpralls den Sehnen des Bogens, in welchen der Lauf aufſteigt, proportional ſind, ſo hat man zur Beſtimmung der Geſchwindigkeit der Kugel nicht nöthig, die Geſchwindigkeit V und U zu berechnen; ſondern die Quantität V — U, oder der Unterſchied der Geſchwindigkeiten des Rückpralles, wenn die gegebene Ladung mit oder ohne Kugel abgefeuert wird, kann aus der Größe des Unterſchiedes der Sehnen, mit einenmale berechnet werden.

Wenn daher die Geſchwindigkeit der Sehne 9,07 = 14,6 — 5,55 entſpricht, ſo iſt ſie die von 1,8522 Fuß in einer Sekunde, welches gerade ſo viel wie V — U iſt, wie wir vorher gefunden haben.

den der Pulverkammer kegelförmig; und noch andere bringen eine kleine cylindriſche Aushölung in der Schwanzſchraube an, die ohngefähr zwei Zehntel eines Zolles im Durchmeſſer und gegen einen halben Zoll in der Länge hat, und mit der Axe des Laufes zuſammenfällt, wo ſie das Zündloch gerade an dem Boden dieſer kleinen Hölung heraustreten laſſen.

Gegen die erſte Methode läßt ſich einwenden, daß hier das Zündloch durch die ſchlammige Materie, welche nach dem Schießen an dem Gewehre hängen bleibt, leicht verſtopft werden kann, da ſich dieſe, zumal bei feuchtem Wetter, gern anhäuft. Die nämliche Unbequemlichkeit trifft auch die andern Vorrichtungen, und zwar in einem noch höheren Grade; auch kommt da noch eine neue hinzu, welche von der vermehrten Länge des Zündloches entſteht; denn, wenn das Zündloch länger iſt, ſo iſt es nicht nur dem Verſtopfen leichter unterworfen, ſondern die Flamme braucht auch eine längere Zeit, um durch daſſelbe in die Pulverkammer zu gelangen, folglich geht die Flinte auch langſamer los, oder, wie die Jäger ſagen: das Feuer bleibt gern drinnen hängen.

Die Form für den Boden des Laufes, welche ich empfehlen möchte, iſt die einer Halbkugel; und das Zündloch müßte gerade an der Seite des Laufes in einer ſenkrechten Linie auf deſſen Axe heraus-

bracht werden, und ſich in den Mittelpunkt der hemiſphäriſchen Aushölung der Kammer endigen.

In dieſem Falle würde das Zündloch ſo kurz als möglich ausfallen; es würde dem Verſtopfen am wenigſten unterworfen ſeyn, und man könnte den Lauf bei dieſer Einrichtung des Bodens leichter, als bei irgend einer andern reinigen. Man könnte alle dieſe, und wahrſcheinlich noch mancherlei andere, nicht weniger wichtige Vortheile erhalten, wenn man beim gezogenen Geſchütze den Boden des Laufes, und das Zündloch auf die nämliche Weiſe einrichtete.

Eine neue Methode, die Geſchwindigkeit der Kugeln zu beſtimmen.

Aus der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung gehet hervor, daß das Moment einer Kanone genau dem Moment ihrer Ladung gleich ſeyn müſſe, oder, daß das Gewicht einer Kanone, in die Geſchwindigkeit ihres Rückpralles multiplicirt, in allen Fällen dem Gewichte der Kugel und des Pulvers (oder des aus ihm erzeugten Dampfes) in ihre reſpektiven Geſchwindigkeiten multiplicirt, ganz genau gleich ſeyn müſſe; — denn jedes Theilchen der Materie, es ſei feſt oder flüſſig, welches aus der Mündung eines Laufes herauskommt, wird durch die Wirkung einer gewiſſen Kraft fortgetrieben, welche Kraft

mit der nämlichen Gewalt gegen den Boden des Gewehres zurückwirkt.

Eben ſo kann ſich auch die feine, unſichtbare elaſtiſche Flüſſigkeit, die aus dem Pulver durch deſſen Entzündung erzeugt wird, nicht anders ſelbſt in Bewegung ſetzen, als wenn ſie gegen die Kanone zur nämlichen Zeit zurückwirkt. Wir ſehen daher Gewehre, die mit Pulver allein geladen waren, eben ſo gut zurückwirken, als wenn ihre Ladungen zur Wirkung auf einen Schuß beſtimmt geweſen wären, wiewohl übrigens der Rückprall nicht in beiden Fällen zu demſelben Grade ſteigt.

Es iſt leicht, die Geſchwindigkeit des Rückpralles in einem gegebenen Falle zu beſtimmen, wenn man die Kanone an zwei Pendelſtäben horizontal aufhängt, und mittelſt eines Bandes den aufſteigenden Bogen nach der ſchon beſchriebenen Verfahrungsart mißt; dieß giebt das Moment der Kanone (deren Gewicht ſchon bekannt iſt) und folglich auch das Moment ihrer Ladung. Um jedoch die Geſchwindigkeit der Kugel aus dem Rückpralle zu beſtimmen, muß noch ausfindig gemacht werden, wie viel das Gewicht und die Geſchwindigkeit des Dampfes dazu beiträgt, um dieſen Rückprall hervorzubringen.

Derjenige Theil des Rückpralls, welcher aus der Ausdehnung dieſer Flüſſigkeit entſpringt, iſt faſt immer von der nämlichen Stärke, es mag bloßes Pulver abgefeuert werden, oder die Ladung auf eine oder mehrere Kugeln gerichtet ſeyn. Ich habe dieß bei ſehr verſchiedenen Verſuchen gefunden.

Wenn daher eine nach der vorbeſchriebenen Weiſe aufgehängte Kanone mit irgend einer gegebenen Ladung Pulver abgefeuert wird, und zwar ohne eine Kugel oder Pfropf, und man beobachtet den Rückprall, ſo iſt, wenn man das nämliche Gewehr hinterdrein mit der nämlichen Menge Pulver und einer Kugel von bekanntem Gewichte abſchießt, der Ueberſchuß der Geſchwindigkeit beim Rückprall im letztern Falle über den im erſtern, der Geſchwindigkeit der Kugel proportional; denn der Unterſchied dieſer Geſchwindigkeiten, in das Gewicht der Kanone multiplizirt, iſt dem Gewichte der Kugel, multiplizirt in ihre Geſchwindigkeit, gleich.

Wenn wir daher ſetzen:

W gleich dem Gewichte der Kanone;

U = der Geſchwindigkeit ihres Rückpralles, wenn ſie mit irgend einer gegebenen Ladung Pulver ohne Kugel abgefeuert wird;

V = der Geſchwindigkeit des Rückpralles, wo die nemliche Ladung auf eine Kugel wirken muß,

B = dem Gewichte der Kugel,

v = deren Geſchwindigkeit,

ſo iſt $v = \frac{\sqrt{V - U} + W}{B}$

Wir wollen jetzt ſehen, wie dieſe Methode, die Geſchwindigkeit der Kugeln zu beſtimmen, ſich in der Praxis ausweiſt.

Im vier und neunzigſten Verſuche betrug der Rückprall mit 165 Gran Pulver, ohne eine Kugel 5,5 Zoll, und im fünf und neunzigſten, mit der nämlichen Ladung, war der Rückprall 5,6 Zoll. Die Mittelzahl hievon iſt 5,55 Zoll; da nun die Länge der Stäbe, an welchen der Lauf aufgehangen war, 64 Zoll betrug, ſo giebt die Geſchwindigkeit des Rückpralls (= O) die den 5,55 auf dem Bande gemeſſenen Zollen entſpricht, 1,1358 Fuß in einer Sekunde.

Bei fünf Verſuchen mit der nämlichen Ladung Pulver, und einer Kugel, die 580 Gran wog, war der Rückprall wie folgt:

Zündloch b. 0.	Zündloch b. 1,3.	Zündloch b. 2,6.
22,58	23,21	23,06
22,92	23,76	23,26
22,38	23,06	23,26
		23,56
3) 67,88	3) 70,03	4) 93,14
Mittel = 22,626	23,343 und	23,285.

Nehmen wir jetzt eine Mittelzahl aus dem ſechzigſten und neunundneunzigſten Verſuche, und benennen den Rückprall ohne Kugel, wie zuvor, 10,66, ſo ergeben ſich die Geſchwindigkeiten:

	Zündl. 0.	Zündl. 1,3.	Zündl. 2,6.
durch den Rückpr.	1416	1501	1494
Und nach d. Pend.	1427	1493	1494 *)
der Unterſchied beträgt hier nur	—11	+ 8	+ 34

Der Rückprall war im hundert und ſiebzehnten und den fünf darauf folgenden Verſuchen gleich regelmäßig, wo die Ladung aus nicht weniger als 437½

*) Vermuthlich iſt bei dieſer Zahl ein Druckfehler, und ſoll ſelbige 1460 heißen.

A d. U.

Gran = einer Unze avoirdupoids Pulver beſtand; und die aus dem Rückpralle beſtimmten Geſchwindigkeiten der Kugeln betrugen faſt das nemliche, wie die durch das Pendel angezeigten. Sonach war im 117ten, 118ten und 119ten Verſuche der Mittelzahl für den Rückprall 33,3: und im 120ſten, 121ſten und 123ſten Verſuche betrug ſie 32,866. Und nennen wir den Rückprall ohne Kugel 17,9, wie ſolches durch den 123ſten Verſuch beſtimmt wurde, den wir unmittelbar nach den vorher angeführten vornahmen, ſo zeigen ſich die Geſchwindigkeiten:

	Zündloch bei 0.	Zündloch bei 2,6
durch den Rückprall	1822.	1771.
Und durch d. Pend.	1764.	1751.
Wo der Unterſchied nur	+ 58	und + 20 Fuß

für eine Sekunde beträgt, welches weniger iſt, als was man häufig bei Wiederholung der nemlichen Verſuche findet.

Beim elften, zwölften, dreizehnten und vierzehnten Verſuche, wo der Lauf mit 310 Gran Pulver, und einer Kugel abgefeuert wurde, betrug der Rückprall 24,69, 24,95, 24,9 und 24,9: und im funfzehnten, ſechzehnten, achtzehnten und neunzehnten Verſuche mit 330 Gran Pulver zeigte der Rückprall 26,2, 26,2 26,3 und 26,4. Die Regelmäßigkeit dieſer Zahlen iſt ſehr auffallend; und wenn wir gleich nicht die nach beiden

Methoden beſtimmten Geſchwindigkeiten mit einander vergleichen können, wie wir in andern Fällen thaten, (da Grund vorhanden iſt, zu glauben, daß die Geſchwindigkeiten, ſo wir ſie in der Tabelle verzeichnet ſind, nicht ſehr zuverläſſig ſeyen, und da der Rückprall mit der gegebenen Ladung von 310 Gran Pulver ohne Kugel, nicht bekannt iſt), ſo verſchafft uns dennoch die große Regelmäßigkeit des Rückpralles bei dieſen Verſuchen guten Grund, zu ſchließen, daß die auf ihn gegründete Verfahrungsart, die Geſchwindigkeiten der Kugeln zu beſtimmen, ſehr genau ſeyn müſſe.

Indeß liefern unter allen unſern Verſuchen, doch die von Nr. 84 bis 92 incluſive, von der Genauigkeit dieſer Methode die beſten Beweiſe. Bei dieſen Verſuchen hätte man alle nur mögliche Sorgfalt angewandt, um alle aus zufälligen Nebenumſtänden entſtehenden Irrungen zu vermeiden, und die Gewichte der Kugeln, nebſt ihren Geſchwindigkeiten waren ſo mannichfaltig, daß die durchgängige Uebereinſtimmung beider Verfahrungsarten, dieſe Geſchwindigkeiten zu beſtimmen, bei ſämmtlichen Proben ſtark genug wird, um ſich wenigſtens zu einem Beweiſe für die Wahrheit und Richtigkeit der Grundſätze zu erheben, auf welche ſich das neue Verfahren gründet.

Durch die nachfolgende Tabelle wird man in den Stand geſetzt, das Reſultat dieſer Verſuche mit einemmale zu überblicken.

Die Versuche.	Gewicht der Kugeln.	der Lauf war schwerer als die Kugel.	der Rückprall.	Geschwindigkeit d. Kug. durch den Rückprall.	durch das Pendel.	Unterschied.
	Gran	$\frac{W}{B}$ =	C =	v =	v =	
84ster u. 95ster	——	——	(b=4,4)	——	——	——
85ster	90	8733,3	7,16	2109	1763	+346
86 —	251	1338,6	9,62	1430	1317	+113
87 —	354	949,15	11,03	1288	1136	+152
88 —	660	560,	15,22	1240	1229	+ 11
89 —	603	557,22	15,13	1224	1229	+ 5
90 —	1184	283,78	21,92	1017	978	—39
91 —	1754	191,56	27,18	893	916	—23
92 —	2352	141,86	32,25	812	833	—21

Die Pulverladung bestand bei jedem Versuche aus 145 Gran gewogen.

Um das Resultat dieser Versuche auf eine noch überzeugendere Weise darzustellen, und die Vergleichung der beiden Methoden, sich über die Geschwindigkeiten der Kugeln Gewißheit zu verschaffen, leichter zu machen, ist Fig. 16 gezeichnet, wo die Zahlen, welche auf der Linie AB stehen, nach dem Verhältnisse zum Gewichte der Kugeln von A nach B zu, laufen; die von diesen Zahlen und senkrecht von AB gezogenen Linien (als z. B.

w, v bei Nummer 2352) welche ſich mit der Krümmung c, d, endigen, drücken die Geſchwindigkeiten von jenen Kugeln aus, wie ſie das Pendel zeigt. Die Verlängerung dieſer Linien auf der entgegengeſetzten Seite der Linie AB zeigt den Rückprall und auch die Geſchwindigkeiten der Kugeln, wie ſie aus demſelben beſtimmt wurden; ſonach drücken w, r, und die mit ihnen parallel laufenden (punktirten) Linien, die ſich an der Linie g, f, endigen, den Rückprall aus, und der Theil von jeder dieſer Linien, welcher ſich zwiſchen AB und der Krümmung n, n, (wie z. B. w, u,) befindet, iſt der Geſchwindigkeit der Kugeln bei den verſchiedenen Verſuchen proportional. Die Linie A, e bezeichnet das Gewicht der Pulverladung; und A, m, die Geſchwindigkeit, mit welcher der Dampf aus dem Laufe herausgeht, wenn das Pulver ohne Kugel losgezündet worden.

Bei einer genauen Betrachtung dieſer Figur, und der vorſtehenden Tabelle zeigt ſich, daß die aus beiderlei Methoden beſtimmten Geſchwindigkeiten mit vieler Nettigkeit bei allen Verſuchen, nach dem ſiebenundachtzigſten zuſammentreffen; beim ſiebenundachtzigſten Verſuche, wie auch beim ſechsundachtzigſten, vorzüglich indeß beim fünfundachtzigſten, zeigt ſich in dem Reſultate dieſer verſchiedenen Verfahrungsarten ein ſehr beträchtlicher Unterſchied: und es iſt merkwürdig, daß bei dieſen Verſuchen, wo ſie am meiſten von ein-

ander verſchieden ſind, auch die Geſchwindigkeiten der Kugeln, nach dem Pendel beſtimmt, außerordentlich unregelmäßig ausfielen, während auf der andern Seite das allmählige Größerwerden des Rückpralles, ſo wie die Kugeln ſchwerer wurden, und die große Regelmäßigkeit der korreſpondirenden Geſchwindigkeiten genugſam guten Grund giebt, zu ſchließen, daß dieſe wenige Uebereinſtimmung nicht einem Fehler der neuen Methode die Geſchwindigkeiten zu beſtimmen, ſondern einer andern Urſache, die bis jetzt noch unentdeckt geblieben iſt, zugeſchrieben werden mußte.

Ehe wir indeß dieſe Unterſuchung weiter fortſetzen, wollen wir einmal die fünf letzten Verſuche der vorſtehenden Tabelle abſondern. Summiren wir die auf beide Methoden beſtimmten Geſchwindigkeiten jetzt zuſammen, ſo werden wir aus deren Unterſchied ſehen, wie ſehr jene beiden im Ganzen hier übereinſtimmen.

Verſuche.	Gewicht der Kugeln.	Geſchwindigkeit durch den Rückprall.	Geſchwindigkeit durch das Pendel.	Unterſchied.
	Gran.			
Nr. 88	600	1240	1229	+ 11
89	603	1224	1229	— 5
90	1184	1017	978	+ 39
91	1754	893	916	— 23
92	2352	812	833	— 21
Summe und Unterſchied der Geſchwindigkeiten		5186	5185	+ 1

Hier übersteigt der Unterſchied beim Reſultate aus beiden Methoden nicht $\frac{1}{5000}$ der ganzen Geſchwindigkeit; doch lege ich keine beſondere Wichtigkeit auf dieſen auſſerordentlichen Fall. Ich glaube, daß er zum Theil zufällig geweſen ſeyn müſſe. Allein, da der Unterſchied bei den Geſchwindigkeiten, nach dieſen verſchiedenen Methoden berechnet, in keinem einzigen Falle beträchtlich war, und nie ſo groß, als er häufig auch bei der ſorgfältigſten Wiederholung des nemlichen Verſuches zu ſeyn pflegt, und da die Geſchwindigkeiten, wenn ſie durch den Rückprall beſtimmt wurden, bei weitem regelmäßiger ausfielen, als wenn dieſe Beſtimmung mittelſt des Pendels geſchah, wie man ſolches auch bei der Vergleichung der krummen Linien g, f, und m, n (Fig. 16) mit der geknickten Linie c, d, ſieht, ſo können wir, dünkt mich, ohne Gefahr

ſchließen, daß das neue Verfahren mit Sicherheit in der Praxis angewandt werden könne.

Der größte Unterſchied in den Geſchwindigkeiten zeigt ſich, da wo ſie auf beide Methoden beſtimmt wurden, bei dem fünf und achtzigſten Verſuche, wo die aus dem Rückpralle beſtimmte Geſchwindigkeit die vom Pendel angezeigte um 346 Fuß für eine Sekunde überſteigt, da die erſtere Geſchwindigkeit 2109 Fuß, die letztere hingegen nur 1763 Fuß in einer Sekunde giebt; bei den zwei nach dieſem folgenden Verſuchen ſind die durch das Pendel angezeigten Geſchwindigkeiten gleichfalls mangelhaft, obſchon nicht in einem ſo beträchtlichen Grade.

Dieſer ſcheinbare Mangel kann indeß nicht aus einer Unvollkommenheit der Robinsiſchen Methode, die Geſchwindigkeit der Kugeln zu beſtimmen, entſprungen ſeyn, da dieſe auf ſolche Prinzipien gegründet iſt, daß gar kein Zweifel über deren Genauigkeit ſtatt findet; und die praktiſchen Fehler, welche beim Anſtellen der Verſuche wohl vorkommen, und die niemals gänzlich vermieden, oder genau wieder ausgeglichen werden können, ſind im Durchſchnitte genommen ſo gering, daß der Unterſchied in der Geſchwindigkeit, von welchem hier die Rede iſt, ihnen gar nicht beigemeſſen werden kann. Es iſt gewiß, die Folge ſolcher Irrthümer erſcheint weit deutlicher in

Verſuchen, die unter ſolchen Umſtänden angeſtellt wer-
den, wie die unſrigen, von denen wir jetzt ſprechen,
als in irgend einem andern Falle; denn da die Kugeln
ſehr leicht waren, ſo mußte auch der aufſteigende Bo-
gen des Pendels nur klein ſeyn, und ein geringes
Verſehen bei der Meſſung der Sehne auf dem Bande
mußte bei der Berechnung der Geſchwindigkeit der
Kugel einen ſtarken Fehler erzeugen; denn der Unter-
ſchied von einem Zehntel eines Zolles mehr oder min-
der, konnte beim fünf und achtzigſten Verſuche in der
Geſchwindigkeit einen Unterſchied von mehr als 100
Fuß für eine Sekunde zu wege bringen. Allein auch
abgeſehen von der Sorgfalt, die man angewandt
hatte, um Irrthümern vorzubeugen, ſo verſchafft im
Gegentheil die auffallende Uebereinſtimmung der auf die
beiderlei Methoden beſtimmten Geſchwindigkeiten ſo
wohl bei den gleich hinterdrein folgenden Verſuchen, als
auch in allen andern Fällen, wo ſie verglichen werden
konnten, überflüſſigen Grund zu ſchließen, daß die
aus ſolchen Urſachen entſtehenden Irrungen keinesweg-
ges ſehr beträchtlich waren.

Wenn man indeſſen beide Methoden, die Ge-
ſchwindigkeiten der Kugeln zu beſtimmen, als richtig
annimmt, ſo kann man den Unterſchied der Ge-
ſchwindigkeit, ſo wie er bei dieſen Verſuchen durch ſie
angegeben worden, nicht anders erklären, als wenn
man annimmt, daß er aus einer Verminderung der

ander verſchieden ſind, auch die Geſchwindigkeiten der Kugeln, nach dem Pendel beſtimmt, außerordentlich unregelmäßig ausfielen, während auf der andern Seite das allmählige Größerwerden des Rückpralles, ſo wie die Kugeln ſchwerer wurden, und die große Regelmäßigkeit der korreſpondirenden Geſchwindigkeiten genugſam guten Grund giebt, zu ſchließen, daß dieſe wenige Uebereinſtimmung nicht einem Fehler der neuen Methode die Geſchwindigkeiten zu beſtimmen, ſondern einer andern Urſache, die bis jetzt noch unentdeckt geblieben iſt, zugeſchrieben werden mußte.

Ehe wir indeß dieſe Unterſuchung weiter fortſetzen, wollen wir einmal die fünf letzten Verſuche der vorſtehenden Tabelle abſondern. Summiren wir die auf beide Methoden beſtimmten Geſchwindigkeiten jetzt zuſammen, ſo werden wir aus deren Unterſchied ſehen, wie ſehr jene beiden im Ganzen hier übereinſtimmen.

wicht beträgt. Allein Robins hat durch Verſuche gezeigt, daß der Widerſtand der Luft, welchen Körper erleiden, die ſich mit ſehr großer Schnelligkeit in ihr bewegen, faſt noch dreimal größer ſey, als ihn Newton angegeben, und da die Geſchwindigkeit, mit welcher unſere Kugel fortgetrieben worden, beträchtlich größer als die bei irgend einem Verſuche von Robins war, ſo iſt ſehr zu vermuthen, daß der Widerſtand in gegenwärtigem Falle wenigſtens 2000mal größer als das Gewicht der Kugel geweſen ſeyn müſſe. Die Entfernung von der Mündung des Laufes bis zu dem Pendel beträgt, wie wir ſchon zuvor bemerkten, zwölf Fuß; da wir indeß Urſache haben zu vermuthen, daß der Pulverblitz, welcher jederzeit der Kugel folgt, auch einige Zeitlang auf ſelbige zu wirken fortfährt, nachdem ſie ſich ſchon außerhalb des Laufes befindet, und wenn wir in Erwägung ziehen, daß dieſes in beträchtlichem Maaße dem Widerſtande der Luft das Gleichgewicht hält, oder ihm zum wenigſten entgegenwirkt, ſo läßt ſich annehmen, daß dieſer Widerſtand nicht eher anfängt, oder vielmehr, daß die Bewegung der Kugel nicht eher aufgehalten wird, als bis ſie ſchon zwei Fuß von der Mündung des Laufes entfernt iſt.

Die Entfernung zwiſchen dem Laufe und dem Pendel muß daher ſtatt zwölf Fuß auf zehn Fuß geſetzt werden; und da die Kugel, um dieſen Raum zu

durchlaufen, ohngefähr $\frac{1}{70}$ einer Sekunde wegnahm, ſo hat ſie während dieſer Zeit eine Geſchwindigkeit von ohngefähr 335 Fuß für die Sekunde verloren, wie ſich ſolches ergeben wird, wenn man die Berechnung anſtellt, und es wird dieſes ſehr genau die ſcheinbare Verminderung der Geſchwindigkeit beim Verſuche erklären; denn der Unterſchied in den Geſchwindigkeiten, ſo wie er durch den Rückprall und das Pendel beſtimmt worden, = 2109 — 1763 = 346 Fuß in einer Sekunde, kommt, wie man ſieht, den 335 Fuß in gleichem Zeitraume ſehr nahe, die aus der Verminderung der Geſchwindigkeit durch den Widerſtand ſo beſtimmt worden ſind.

Berechnet man die Verminderung der Geſchwindigkeiten der Kugeln bei den zwei nachfolgenden Verſuchen auf ähnliche Weiſe, ſo wird ſich für den ſechsundachtzigſten Verſuch = 65 Fuß, und den ſiebenundachtzigſten = 33 Fuß in einer Sekunde ergeben; bei einer ſolchen Correktion zeigt ſich alsdann eine Vergleichung beider Methoden, die Geſchwindigkeit zu erfahren, folgender Geſtalt:

	Verſ. 85.	Verſ. 86.	Verſ. 87.
Geſchwindigkeiten, vom Pendel angezeigt	1763	1317	1136
Die Verminderung deſſelben durch den Widerſtand der Luft zugeſetzt,	335	65	33
Giebt zuſammen	2098	1382	1169
Geſchwindigkeit durch den Rückprall	2109	1430	1288
Unterſchied	+ 11	+ 48	+ 119

Hieraus ergiebt ſich, daß, ohngeachtet dieſer Verbeſſerungen, die Geſchwindigkeiten des ſieben- und des achtundachtzigſten Verſuches, vorzüglich aber des letztern, nach dem Pendel beſtimmt, immer noch beträchtlich mangelhaft ſind. Allein die beſtimmte Unregelmäßigkeit der Geſchwindigkeiten bei dieſen Verſuchen giebt uns hinlänglichen Grund zu ſchließen, daß ſie aus einer auſſerordentlichen und zufälligen Urſache hergerührt haben müſſe. Ich wage es nicht, poſitiv zu behaupten, was es für eine Urſache geweſen ſeyn mag, welche dieſe Unregelmäßigkeit zuwege brachte; ich vermuthe aber mit ziemlicher Gewißheit, daß ſie von einem Zerſpringen der Kugel im Laufe entſtand, welches Folge der Gewalt der Exploſion war; denn

dieſe Kugeln wären, wie ſchon oben erzählt worden iſt, aus Blei gemacht, welches kleinere Kugeln von pariſer Pflaſter einſchloß; und ich erinnere mich jetzt genau, damals einige kleine Stückchen dieſes Pflaſters geſehen zu haben, die zur Seite des Pendels niedergefallen waren. Ich geſtehe, daß ich damals nicht viel Aufmerkſamkeit auf [redacted]en Umſtand verwandte, indem ich natürlicher [redacted]ſchloß, daß die Kugel beim Eindringen in die Tartſche des Pendels habe zerſpringen müſſen, und daß die kleinen Stückchen Pflaſter, welche ich auf dem Boden liegen ſah, aus der Höſung herausgefallen wären. Allein, wenn die Kugeln nicht gänzlich durch das Abſchießen in St[redacted]e zerbrochen, ſondern nur ſtark zerquetſcht würden, und das Pflaſter oder eine Portion deſſelben vom Blei abgetrennt wäre, ſo könnte eine ſolche Veränderung in der Form derſelben doch den Widerſtand ſehr anſehnlich vergrößern, und ſelbſt die anfängliche Geſchwindigkeit möchte dadurch afſizirt werden, da die Geſtalt der Kugel in eine andere Figur gebracht iſt, und ſonach nicht in den Lauf paßt, auch ein Theil der Gewalt der Ladung durch die Drehung verloren geht.

Es kommt mir ſehr wahrſcheinlich vor, daß dieſer Umſtand im ſiebenundachtzigſten Verſuche eingetreten war, da die Geſchwindigkeit, mit welcher die Kugel vorwärts getrieben wurde, eben ſo, wie ſie durch den Rückprall beſtimmt worden iſt, nach Verhältniß bei

dieſem Verſuche beträchtlich geringer ausfiel, als in irgend einem der vorhergehenden dieſer Reihe, oder in den nachfolgenden, wie ſich ſolches ergiebt, wenn man die Krümmung der Linie m, n Fig. 16 betrachtet. Doch ich ſtehe ab, länger bei dieſem Gegenſtande zu verweilen.

Da ich bei unſern gegenwärtigen Verſuchen die Einwirkung des Widerſtandes der Luft zugegeben habe, ſo möchte man vielleicht glauben, daß ich ihn auch in allen andern Fällen annähme; ich denke indeß, es wird ſich bei genauerer Unterſuchung zeigen, daß die Verminderung der Geſchwindigkeiten der Kugeln in dieſer Hinſicht ſo unbeträchtlich geweſen ſey, daß man ſie unbeſorgt vernachläſſigen könne: ſo, zum Beiſpiel, betrug die Verminderung bei den Verſuchen mit einer Unze Pulver, wo die Geſchwindigkeit der Kugel mehr als 1750 Fuß in einer Sekunde ausmachte, nicht mehr als ohngefähr 25 oder 30 Fuß für dieſen Zeitraum, obſchon wir annehmen, daß der volle Widerſtand beinahe zwei Fuß von der Mündung des Laufes ſchon angefangen habe. In allen Fällen, wo die Geſchwindigkeit geringer war, war auch die Wirkung des Widerſtandes in weit größerem Verhältniſſe kleiner; und wir haben ſelbſt in unſerm gegenwärtigen Falle Urſache zu denken, daß die Verminderung der Geſchwindigkeit, ſo wie wir ſie hier beſtimmt haben, etwas zu groß angenommen ſey; denn die Flamme des

Schießpulvers dehnt ſich mit einer ſo erſtaunlichen Schnelligkeit aus, daß man kaum annehmen kann, ſie folge der Kugel über zwei oder gar vier Fuß, und fahre fort, von der Kanone aus auf ſie zu wirken; iſt aber die Geſchwindigkeit der Kugel geringer, ſo muß die Wirkung jener auf ſie in einer noch größeren Entfernung bemerkbar ſeyn.

Mit 218 Gran Pulver ſcheint der Rückprall ſehr gleichförmig geweſen zu ſeyn; denn beſtimmt man die Geſchwindigkeiten der Kugeln aus dem Rückpralle des vierzigſten und der ſieben nachfolgenden Verſuche, wo dieſe Ladung gebraucht worden war, und dann aus dem Rückpralle des zwei- und des dreiundſiebenzigſten Verſuches, ohne Kugel, ſo zeigen ſich die Geſchwindigkeiten in beträchtlichem Grade zu klein, wie wir ſolches bei der Berechnung ſehen werden.

	Zündloch bei 0.		Zündloch bei 1,3.	
Der Rückprall bei den Verſuchen	Nr. 40 war	18,	und in Nr. 43 war er	18,3
	41	17,71	44	18,35
	42	17,91	45	18,38
	47	18,1	46	18,35
		4) 71,72		4) 73,35
Mittelzahl	= 17,93		und	18,34

und im zweiundſiebenzigſten und dreiundſiebenzigſten Verſuche war der Rückprall mit der nemlichen Ladung, aber ohne eine Kugel 8,72 und 8,47 = 8,595 als Mittelzahl, daher betragen die Geſchwindigkeiten:

	Zündloch bei 6.		Zündloch 1,3.
Durch den Rückprall	1105	—	1153
ſtatt	1225	und	1276 wie ſie das Pend. zeigte
Der Unterſchied	126	und	123 Fuß in einer Sekunde beläuft ſich beinahe auf den zwölften Theil der ganzen Geſchwindigkeit.

Dieſer Unterſchied iſt ohne Zweifel dem Rückpralle beizumeſſen, der ohne Kugel zu groß angenommen worden; denn er iſt nicht allein größer als er ſeyn ſollte, um die Geſchwindigkeiten der Kugeln richtig herauszubringen; ſondern auch verhältnißmäßig um vieles größer als der Rückprall mit irgend einer andern Ladung.

Sonach betrug				der Rückprall
mit 145	Gran	Pulver		4,4
165	—	—	—	5,55
290	—	—	—	10,66
330	—	—	—	12,7
437½	—	—	—	17,9.

Und beſtimmt man den Rückprall bei 218 Gran aus dieſen Zahlen durch Interpolation, ſo kommt 7,8 heraus: und mit dieſem Werthe für C ſcheinen die Geſchwindigkeiten der Kugeln in den vorbemerkten Verſuchen zu ſeyn:

Zündloch bei ō.	Zündloch bei 1,3.
1243 und	1283 durch den Rückpr.
welches faſt gerade 1225 und	1276 die Geſchwindigk.

durch das Pendel angegeben, ausmacht.

Man muß ſich erinnern, daß der zweiundſiebenzigſte und der dreiundſiebenzigſte Verſuch, aus welchen wir zuvor den Rückprall mit der gegebenen Ladung von Pulver, ohne Kugel beſtimmten, nicht an dem nemlichen Tage mit den zuletzt erwähnten Verſuchen angeſtellt wurden; und es iſt ſehr gut bekannt, daß die Gewalt des Pulvers an verſchiedenen Tagen auch verſchieden iſt. Es iſt aber der Bemerkung werth, daß die Gewalt des Gouvernementpulvers in dieſen beiden Verſuchen bei weitem die größte zu ſeyn ſchien. Ich erwähne dieſes Umſtandes, um die Wahrſcheinlichkeit zu zeigen, daß der Rückprall bei dieſen Verſuchen aus irgend einer unbekannten Urſache größer war, als er hätte geweſen ſeyn ſollen, oder vielmehr, daß er, wenn die Verſuche zu der nemlichen, oder irgend einer andern Zeit, wo die mit den Kugeln angeſtellte

wurden, vorgenommen worden wäre, größer gewesen seyn würde.

Da mir diese Methode, die Geschwindigkeiten der Kugeln zu bestimmen, nicht eher beifiel, als bis ich die Reihe meiner Versuche schon beendigt, und den Apparat abgenommen hatte, so fehlte es mir an Gelegenheit, den Rückprall, mit und ohne Kugel, mit dem Grade von Genauigkeit zu bestimmen, den ich wohl wünschte. Hätte ich früher daran gedacht, oder mich der Stelle in Robins New Principles of Gunnery erinnert, wo er sagt: „der Theil des Rückpral„les, der von der Ausdehnung des Pulvers allein „herrührt, wird nicht größer befunden, wenn er auf „eine Bleikugel, die davor liegt, wirkt, als wenn die „nemliche Quantität Pulver auch ohne einen Pfropf, „um sie einzuschließen, abgefeuert wird.“

Ich sage, wenn mir diese Stelle aufgestoßen wäre, ehe es zu spät war, so würde ich sicher einige Mühe angewandt haben, mir darüber Gewißheit zu verschaffen; allein es ist, meiner Meynung nach, so wie die Sachen jetzt stehen, immer genug geschehen, um zu zeigen, wie die größte Wahrscheinlichkeit dafür spricht, daß die Geschwindigkeiten der Kugeln in allen Fällen mit grosser Genauigkeit durch den Rückprall bestimmt werden können, und ich hoffe bald im Stande zu seyn, diesen Gegenstand außer allen Zweifel setzen

zu können, und die neue Methode durch eine Reihe von ſchließenden Verſuchen zu bekräftigen, welche ich jetzt eben dazu vorbereite.

Bis dahin muß ich jedoch bemerken, daß wenn dieſe Verfahrungsart bei ihrer Anwendung auf Flintenkugeln dem Zwecke entſprechen ſollte, es nicht fehlen kann, daß ſie auch auf Kanonenkugeln und Bomben vom größten Durchmeſſer anwendbar ſey; und alsdann ſieht man ein, daß ſie einer jeden, bis jetzt öffentlich bekannt gemachten Methode bei weitem vorzuziehen iſt; nicht blos, weil ſie ohne Unterſchied auf alle militäriſche Schießgewehre, und zwar ohne viele Koſten und Umſtände beim Gebrauche angewandt werden kann; ſondern auch, weil die Geſchwindigkeiten, mit welchen die Kugeln jetzt wirklich fortgetrieben werden, beſtimmt ſind; da im Gegentheil durch das Pendel dieſe Geſchwindigkeiten nur in einer gewiſſen Entfernung von dem Gewehr angegeben werden, nachdem die Kugeln ſchon einen Theil ihrer anfänglichen Geſchwindigkeit durch den Widerſtand der Luft verloren haben, durch welche ſie, um zum Pendel zu gelangen, zu ſtreichen genöthigt waren.

Mit einer kleinen Ausgabe von zehn bis funfzehn Pfund könnte ein Apparat hergeſtellt werden, der zu Verſuchen mit allen verſchiedenen Arten Geſchütz, das im britiſchen Dienſte vorkommt, hinlänglich wäre.

Die Vortheile, die aus ſolch einer Reihe von Verſuchen entſpringen müßten, liegen zu klar vor Augen, als daß man ihrer noch weiter Erwähnung zu thun nöthig hätte.

Von einer ſehr genauen Methode das Schießpulver zu probiren.

Alle Eprouvettes, oder Pulverproben, deren man ſich gewöhnlich bedient, ſind mangelhaft, in mancherlei Rückſichten. Man kann mit ihnen weder die abſolute Gewalt des Pulvers, noch ſeine comparative, im Vergleich mit andern Arten beſtimmen, die doch unter gewiſſen Umſtänden ſehr verſchieden von denen ſind, unter welchen das Pulver beim Dienſte angewandt wird.

Da die Gewalt des Pulvers aus der Wirkung eines Dampfes entſteht, welcher bei der Entzündung deſſelben erzeugt wird, ſo muß, je ſchneller die Ladung Feuer faßt, auch um deſto mehr in einer gewiſſen gegebenen kurzen Zeit von dieſem Dampfe erzeugt werden, und ſeine Gewalt auf die Kugel um ſo größer ſeyn. Bei den gewöhnlichen Methoden, das Schießpulver zu probiren, iſt aber das Gewicht, womit daſſelbe eingeſchloſſen wird, ſo groß im Verhältniß zur Quantität der Ladung, daß völlig hinlängliche Zeit für dieſelbe bleibt, ſich gänzlich in Flamme zu ſetzen,

ſelbſt wenn das Pulver von der langſamſten Compoſition iſt, ehe der zu bewegende Körper merklich von ſeinem Platze gerückt werden kann. Der Verſuch kann daher zeigen, welche von beiden Sorten Pulver die ſtärkſte ſey, wenn gleiche Quantitäten von beiden in gleiche Räume eingeſchloſſen ſind, und vollkommen angezündet werden; allein der Grad der Entzündbarkeit, welcher einen weſentlichen Theil der Güte des Schießpulvers ausmacht, kann auf dieſe Weiſe nicht beſtimmt werden.

Es zeigt ſich hieraus, daß das Pulver der gewöhnlich verlangten Probe entſprechen, und nichts deſto weniger ſehr indifferent ausfallen könne, wenn es im Dienſte gebraucht wird. Und dieſer Fall tritt, meiner Meynung nach, ſehr oft ein; zum wenigſten weiß ich, daß die Klagen unſerer Offiziere über ſchlechtes Schießpulver ſehr allgemein ſind; und dennoch möchte ich behaupten, daß bei unſerem Board of Ordonance kein Pulver angenommen wird, als welches die eingeführte Prüfung beſtanden hat, ob es auch von der vorgeſchriebenen Stärke ſey.

Ob nun gleich die gewöhnlichen Pulverprobierer das Schießpulver beſſer zeigen können, als es wirklich iſt, ſo können ſie es doch nie ſchlimmer darſtellen, als ſeine Natur es mit ſich bringt. Es kann daher immer

noch Intereſſe bei denen ſtatt finden, die Gewinn davon haben, wenn ſie dieſer alten Probiermethode anhängen. Indeß wird der Käufer ſeine Rechnung beſſer dabei finden, wenn er es auf eine Art unterſucht hat, wodurch die Güte deſſelben mit mehrerer Genauigkeit beſtimmt wird.

Die Verfahrungsart, welche ich hierzu vorſchlagen würde, iſt folgende. Wenn man eine gewiſſe Quantität Pulver beiſammen vorräthig hat, von welchem aus einer vorläufigen Probe oder Unterſuchung entſchieden iſt, daß es einen beſtimmten Grad von Stärke beſitzt, um als Proberegel für alle andre Pulverſorten zu dienen, ſo feuert man eine gegebene Ladung davon mit einer dazu paſſenden Kugel in einem Laufe ab, welcher, der oben beſchriebenen Methode zufolge, an zwei Pendelſtäben aufgehangen worden, und mißt den Rückprall ſorgfältig auf dem Bande: hat man dieſen Verſuch drei oder viermal, oder, wenn beim Rückpralle eine beträchtliche Differenz ſtatt finden ſollte, noch öfter wiederholt, ſo bemerkt man die Mittel und Extreme auf dem Bande durch ſchwarze quer gezogene Linien, und ſchreibt auf die mittlere derſelben das Wort Probe. Iſt aber der Rückprall gleichförmig, (was er bis zu einem hinlänglichen Grade von Genauigkeit ſeyn wird, wenn man ſorgt, daß die Verſuche alle unter den nämlichen Umſtänden angeſtellt werden,) ſo macht man die Probemarke

an dem Punkt auf dem Bande, bis zu welchem daſſelbe bei den verſchiedenen Verſuchen durch den Rückprall gezogen wurde.

Hat man ſonach den Rückprall mit einer bekannten Ladung Probepulver beſtimmt, und auf dem Bande ſolches bemerkt, ſo feuere man eine gleiche Menge irgend eines andern Pulvers (welches erprobt werden ſoll) in dem nämlichen Laufe, mit einer Kugel von gleichem Gewichte, und unter völlig einerlei übrigen Umſtänden ab, und wenn das Band eben ſo weit, oder noch weiter als bis an die Probemarke heraufgezogen wird, ſo iſt das Pulver auch eben ſo gut oder beſſer, als das Probepulver; kommt es hingegen nicht bis zu dieſer Entfernung, ſo iſt es ſchlechter, und wird bei Seite gethan.

Denn je größer die Geſchwindigkeit iſt, mit welcher die Kugel fortgetrieben wird, deſto ſtärker muß auch der Rückprall ſeyn. Und wenn der Rückprall der nemliche iſt, ſo ſind ſich auch die Geſchwindigkeiten der Kugeln gleich, und das Pulver hat den nemlichen Grad von Stärke, wenn die Quantität der Ladung einerlei war. Trägt man überdem noch Sorge, die Ladung dem Gewichte der Kugel verhältnißmäßig zu machen, um der mittlern Proportion, die ſich bei der Praxis ausgefunden hat, ſo nahe als möglich zu kommen, ſo kann die Beſtimmung der Güte des Schieß-

pulvers aus dem Verſuche nicht fehlen, ſich im Dienſte ſelbſt bewährt zu zeigen.

Fig. 14. zeigt den vorgeſchlagenen Apparat, nach einem Maaßſtabe gezeichnet, wo der Zoll zu einem Fuße gerechnet iſt. a, b, iſt der an den Pendelſtäben c, d, aufgehängte Lauf; und r das Band, um den Rückprall zu meſſen.

Die Länge des Laufes beträgt dreißig Zoll, und ſein Durchmeſſer einen Zoll, folglich hält er gerade dreißig Kaliber in der Länge, und kann eine Kugel von ohngefähr drei Unzen führen.

Man kann den Lauf von Stückgut oder von gegoſſenem Eiſen, da dieſes wohlfeiler und bequemer iſt, verfertigen; allein man muß eine große Sorgfalt beim Bohren deſſelben anwenden, um den Cylinder völlig gerade und glatt darzuſtellen, auch müſſen die Dimenſionen genau gehalten werden. Von welchem Metall der Lauf auch verfertigt ſey, muß er wenigſtens funfzig Pfund wiegen, damit die Geſchwindigkeit des Rückpralles nicht zu groß ausfalle. Die Stäbe, an welche er aufgehängt wird, müſſen fünf Fuß lang ſeyn. Das Zündloch kann ohngefähr $\frac{1}{10}$ eines Zolles im Durchmeſſer halten, und muß mit Gold gefüttert werden, gerade ſo, wie ein Zündloch bei Vogelflinten,

damit ſich deſſen Durchmeſſer nach wiederholtem Schießen nicht vergrößere.

Die Kugeln müſſen ſo verfertigt werden, daß ſie den Durchmeſſer des Laufs mit ſehr wenig Raum zur Umdrehung ausfüllen; noch beſſer würde es ſeyn, wenn man ſie alle in den nemlichen Kugelform göſſe, und von einerlei Stück Blei machte, weil in ſolchem Falle die Gewichte und Dimenſionen noch genauer übereinſtimmen würden, woraus folgt, daß die Verſuche dann mit mehr Sicherheit Schlüſſe erlauben.

Die beſtimmte Ladung des Pulvers kann eine halbe Unze betragen, und ſie muß jederzeit in eine Patrone von ſehr feinem Papier gethan werden. Nachdem der Lauf geladen iſt, muß man ein beſonderes Zündpulver aufſchütten, wo man jedoch vorher dafür ſorgt, die Patrone anzubohren, indem man einen Zünddrath durch das Zündloch hinein ſticht.

Da aus mehreren Verſuchen, die angeſtellt wurden, um ſich von der Sache zu überzeugen, hervorgeht, daß das mehr oder wenigere Rammen des Pulvers einen beträchtlichen Einfluß auf die Vermehrung oder Verminderung der Gewalt der Ladung hat, ſo kann man ſich, um mancherlei Unrichtigkeiten die hieraus entſtehen könnten, zuvor zu kommen, eines Ladeſtockes bedienen, der ſo, wie der bei Fig. 15 gezeich-

nete, eingerichtet iſt. Er wird aus einem cylindriſchen Stücke Holz, gerade ſo wie andere Ladeſtöcke gewöhnlich gemacht werden, verfertigt, allein es kommt noch der Ring C, von ohngefähr anderthalb oder zwei Zoll Durchmeſſer hinzu, der in eine gewiſſe Entfernung von dem Ende (a) des Ladeſtockes, welches in den Lauf geht, angebracht werden muß, um zu verhindern, daß jener nicht zu weit in dieſen hineindringe. Dieſer Ring kann nach Belieben von Holz oder einem Metalle verfertigt werden, wie man es gerade am zweckmäßigſten findet. Das andere Ende (b) des Ladeſtockes kann 31 bis 32 Zoll vom Ringe entfernt ſeyn. Wird dieſes Ende noch mit einer paſſenden Subſtanz umgeben, ſo kann man ſich des Ladeſtockes alsdann auch noch bedienen, um den Lauf nach jedem Verſuche auszuwiſchen.

Die Maſchine (f) zum Durchſchlüpfen des Bandes kann die nemliche ſeyn, welche Dr. Hutton in ſeiner Nachricht von ſeinen Verſuchen über die anfänglichen Geſchwindigkeiten der Kanonenkugeln beſchrieben hat, da dieſe Methode weit beſſer für den Gebrauch berechnet iſt, als die, welche Robins vorſchlug und gebrauchte. Es wird auch beſſer ſeyn, wenn die Axe eines jeden Pendelſtabes auf flachen Stücken Holz oder Eiſen ruht, ſtatt in runden Pfannen zu laufen; man muß jedoch dann ſorgen, daß ſie an beiden Seiten Schloßhaken oder einen andern Ein-

ſchluß haben, damit ſie nicht aus ihren Ruhepunkten heraus glitſchen.

Die Schildzapfen, mittelſt welcher der Lauf an die Pendelſtäbe angebracht iſt, und auf welchen er ruht, müſſen ſo klein als möglich verfertigt werden, um die Reibung möglichſt zu vermindern; aus dem nemlichen Grunde ſollen ſie auch gut polirt ſeyn, wie die Pfannen, welche ſie aufnehmen. Es iſt nicht nöthig, daß ſie an den Lauf angegoſſen werden, man kann ſie zuletzt an ihn anſchrauben.

Bei Anſtellung der Verſuche muß man auf die Hitze des Laufs, wie auch auf die Temperatur und den Zuſtand der Atmoſphäre acht geben; denn ſowohl Hitze als Kälte — Trockenheit und Feuchtigkeit — haben einen merklichen Einfluß auf das Schießpulver, und vermehren ſeine Gewalt oder vermindern dieſelbe. Wenn daher einmal ein ſehr hoher Grad von Genauigkeit erfodert wird, ſo iſt es am beſten, damit anzufangen, daß man den Lauf erſt zwei-, oft dreimal abſchießt, blos um ihn zu erwärmen; nach dieſem werden drei oder vier Verſuche mit dem Probepulver gemacht, um die Probemarken von neuem wieder zu beſtimmen, (denn die Gewalt des nemlichen Pulvers iſt an verſchiedenen Tagen verſchieden); und wenn dieß geſchehen, kann man dann die Verſuche mit dem zu unterſuchenden Pulver anſtellen, wobei man ſich vorſieht,

einerlei Zwiſchenräume zwiſchen zwei Abfeuerungen zu beobachten, damit die Hitze des Laufes bei jeder Probe die nemliche ſey.

Verſäumt man keine von dieſen Vorſichtsmaaßregeln, und ſind die Kugeln alle von der nemlichen Größe und Gewicht, ſo kann man nach dieſer Methode das Pulver mit einer weit größeren Genauigkeit beſtimmen, als bisher möglich war, wo man ſich der gewöhnlichen eingeführten Methoden hiezu bediente.

Von der comparativen Güte oder dem Werthe des Pulvers bei verſchiedenen Graden der Stärke.

V bezeichne die Geſchwindigkeit der Kugel mit dem ſtärkeren Pulver, und v ſey der Geſchwindigkeit mit dem ſchwächeren gleich, wenn einerlei Ladung, und das Gewicht und die Dimenſion der Kugel einerlei iſt, und ſie von ein und demſelben Gewehre abgeſchoſſen worden. Wird die Ladung, wenn man ſich des ſchwächeren Pulvers bedient, vermehrt, bis die Geſchwindigkeit von v bis zu V erhöht iſt, oder bis ſie der Geſchwindigkeit bei der gegebenen Ladung des ſtärkeren Pulvers gleich wird, ſo kann man ſagen, der Werth von beiden Ladungen ſey gleich; und folglich iſt dann das ſchwächere Pulver um ſo viel ſchlechter, als das ſtärkere — oder von geringerem Werthe —

in dem Verhältniſſe, als mehr erfodert wird, um die verlangte Wirkung herzuſtellen.

Wir haben indeſſen geſehen, daß die Geſchwindigkeiten mit verſchiedenen Quantitäten der nemlichen Art von Pulver ſich nach dem ſubduplizirten Verhältniſſe des Gewichtes der Ladung ergeben. Die Ladungen müſſen daher wie die Quadrate der Geſchwindigkeiten betrachtet werden, folglich verhält ſich die Ladung des ſchwächeren Pulvers zum ſtärkeren, bei gleichen Geſchwindigkeiten wie V^2 zu v^2. Das ſchwächere Pulver iſt deswegen im Verhältniſſe um ſoviel ſchlechter, als V^2 größer iſt als v^2; oder die comparative Güte des Pulvers von verſchiedenen Graden der Stärke, verhält ſich wie die Quadrate der Geſchwindigkeiten der Kugeln, wenn die Ladungen gleich ſind.

Die mittlere Geſchwindigkeit der Kugeln, wie ſie das Pendel zeigte, war beim hundert und vierten und hundert und fünften Verſuche, wo der Lauf mit 145 Gran Gouvernementspulver abgefeuert wurde, 894 Fuß in der Sekunde; und mit der nemlichen Quantität von doppelten Probe-Battle-Pulver *)

*) Dieſes wird Battle-Pulver genannt, nicht weil es in der Schlacht (battle) oder im Kriege gebraucht wird, ſondern von Battle, dem Namen eines kleinen Dorfes in Kent, wo man dieſe Sorte verfertigt.

A. d. V.

beim hundert und ſechſten Verſuche, betrug die Geſchwindigkeit 990 Fuß in demſelben Zeitraume. Nun verhalten ſich aber die Quadrate dieſer Geſchwindigkeiten (welche, wie wir eben bemerkten, die Güte des Pulvers meſſen) zu einander, wie 1 zu 1,2263, oder faſt wie 5 zu 6.

Mit 218 Gran Gouvernementspulver betrug die mittlere Geſchwindigkeit bei vier Verſuchen (nemlich Nr. 40, 41, 42 und 43) 1225 Fuß in einer Sekunde; und beim Verſuche Nr. 107, wo die nemliche Quantität von doppelten Probe-battle Pulver gebraucht worden war, betrug die Geſchwindigkeit 1380 Fuß in der Sekunde; und $\overline{1225}^2$ verhält ſich zu $\overline{1380}^2$ wie 1 zu 1,2691.

Mit 290 Gran, oder der Hälfte des Gewichtes der Kugel in Gouvernementspulver betrug die Mittelzahl der Geſchwindigkeit der Kugel beim hundert und neunten, zehnten, elften und zwölften Verſuche 1444 Fuß in einer Sekunde; allein mit der nemlichen Quantität von Battle-Pulver (der hundert und ſechszehnte Verſuch) war die Geſchwindigkeit 1525 Fuß in dieſer nemlichen Zeit; $\overline{1444}^2$ verhält ſich zu $\overline{1525}^2$, wie 1 zu 1,1153.

Nimmt man ein Mittel aus dieſen Proben heraus, ſo geht hervor, daß das doppelte Probebattle-

pulver in einem Verhältniß von 1,2036 zu 1 beſſer iſt, als das Gouvernementspulver, welches Verhältniß ſich beinahe wie 6 zu 5 zeigt.

Schätzen wir indeß, ſtatt das Pulver zu wiegen, die Quantität der Ladung nach dem Maaße, oder ſehen wir auf den Raum, welchen es in der Röhre des Laufes einnimmt: ſo erſcheint die comparative Stärke des Battlepulvers beträchtlich größer, oder deſſen Gewalt verhält ſich zu der des Gouvernementspulvers beinahe wie 4 zu 3; denn da die Körner dieſer beſſeren Art von Pulver weit dichter und von einer beinahe ſphäriſchen Geſtalt ſind, ſo muß in einem gegebenen Raume ein größeres Gewicht deſſelben liegen, als im Gouvernementspulver, welches lockerer, und in ſehr verſchiedenen unregelmäßigen Formen gebildet iſt.

Nun iſt aber der gewöhnliche Preiß des doppelten Probebattlepulvers, ſo wie es dort von den Handelsleuten im Großen verkauft wird, zehn Pfund Sterling für den Zentner netto, welches gerade zwei Schilling für das Pfund giebt; während man das Gouvernementspulver zu fünf Pfund Sterl. fünf Schilling, oder einen Schilling und $\frac{6}{10}$ Penny das Pfund verkauft; Battlepulver iſt aber blos im Verhältniſſe von 1,2036 zu 1, oder von einem Schilling und zwei Pence zu einem Schilling und $\frac{7}{10}$ Penny beſſer, als Gouvernementspulver; das Battlepulver

wird daher um zehn Pence das Pfund oder 41⅔ prCt. theurer bezahlt, als ſeyn ſollte; oder, diejenigen, welche ſich deſſelben ſtatt Gouvernementspulvers bedienen, thun es mit einem gewiſſen Verluſte von 41⅔ prCt. des Geldes, was es ſie koſtet.

Von der wechſelſeitigen Beziehung der Geſchwindigkeiten der Kugeln zu ihrem Gewichte.

Der Theorie von Robins zufolge, ſollen die Geſchwindigkeiten von Kugeln, wenn ſie von dem nemlichen Durchmeſſer, aber verſchiedenem Gewichte ſind, und wenn ſie aus einem und demſelben Laufe mit einerlei Quantität Pulver abgeſchoſſen werden, im umgekehrten ſubduplicirten Verhältniſſe ihres Gewichtes zu einander ſtehen; da indeß dieſe Theorie auf die Vorausſetzung gegründet iſt, daß die Wirkung des aus dem Pulver erzeugten Dampfes, in irgend einem und jedem gegebenen Theile des Laufes dieſelbe ſey, das Gewicht der Kugel mag ſeyn, wie es wolle, wenn nur die Ladung die nemliche bleibt; und da hier kein Abzug für die Verwendung der Gewalt gegeben worden, die nöthig iſt, um dieſe Flüſſigkeit ſelbſt in Bewegung zu ſetzen, oder die durch das Zündloch verloren geht; ſo iſt klar, daß dieſe Theorie mangelhaft ſeyn müſſe. Dr. Hutton fand durch ſeine Verſuche, wie er dieß Geſetz ohne großen Irrthum erhalten könnte, und es kann auch

möglicherweiſe in manchen Fällen, mit hinlänglicher Genauigkeit die Probe halten: denn es trifft ſich zuweilen, daß mehrere Irrthümer, oder Vorfälle, deren Operationen gerade entgegengeſetzte Zwecke haben, einander ſo genau aufheben, daß ihre Wirkungen, vereinigt, gar nicht bemerkbar werden. Tritt dieſer Fall ein, ſo entdeckt man, ſobald eine dieſer Irrungen entfernt wird, die übriggebliebenen.

Wenn irgend einer gegebenen Ladung eine ſchwere Kugel aufgeſetzt wird, ſo wird in einer kurzen Zeit mehr Pulver entzündet, als wenn die Kugel leichter iſt, und die Wirkung des Pulvers ſollte demnach in dieſem Falle größer ſeyn; allein die ſchwere Kugel nimmt alsdann mehr Zeit weg, um durch den Lauf zu kommen, als die leichte, und es entweicht folglich auch mehr Dampf, der aus dem Pulver erzeugt wurde, durch das Zündloch und die Rollung der Kugel.

Es kann ſich treffen, daß die Vermehrung der Gewalt bei einem von dieſen Umſtänden der Verminderung genau das Gleichgewicht hielte, die aus der andern entſteht; und wenn man bei der Probe fände, daß dieß der Fall im Ganzen jederzeit ſey, ſo könnte es bei den Gewehren, wie ſie jetzt eingerichtet ſind, und bei aller Mannigfaltigkeit von Kugeln, deren man ſich in der Praxis bedient, von großem Vortheil ſeyn, über dieſen Umſtand Gewißheit zu erhalten. Schlie-

ßen wir aber aus dem Reſultate eines einzelnen Verſuches zu voreilig, ſo ſetzen wir mit Robins voraus, daß, weil die Totalſumme der Wirkung oder des Druckes der elaſtiſchen Flüſſigkeit auf die Kugel während der Zeit, daß ſich dieſe durch den Lauf bewegt, gerade einerlei iſt; wenn man ſich Kugeln von verſchiedener Schwere bedient, (welcher Druck zuſammengenommen jederzeit der Geſchwindigkeit oder vielmehr der Bewegung, die der Kugel mitgetheilt wird, proportional iſt, und genau dadurch gemeſſen wird,) daß deswegen der Druck in jedem gegebenen Theile der nemliche ſey, wenn man einerlei Ladung von Pulver zum Abſchießen angewandt hat; und unternehmen wir es, aus dieſer Urſache zu beweiſen, daß die Entzündung des Schießpulvers augenblicklich ſey, oder daß die ganze Ladung, in allen Fällen entzündet und „in eine elaſtiſche „Flüſſigkeit verwandelt werde, ehe die Kugel noch „merklich von ihrem Platze gewichen iſt," — ſo führen uns ſolche Raiſonnements und Schlüſſe auf äußerſt gefährliche Irrthümer.

Es iſt unbezweifelt richtig, daß, wenn die Grundſätze, die Robins in Rückſicht auf die Art, wie ſich das Schießpulver entzündet, und in Beziehung der Elaſticität dieſes Dampfes zu ſeiner Dichtigkeit, oder der Intenſität ſeines Druckes auf die Kugel, wenn ſie ſich im Laufe ausdehnt, annimmt, richtig wären, und wenn der Verluſt an Gewalt durch das Zündloch und

die Drehung jederzeit unbeträchtlich wären, oder wenn man ſie verhüten könnte, ſo würden die Folgerungen aus der Theorie in Bezug auf die Geſchwindigkeiten der Kugeln von verſchiedenem Gewichte jederzeit die Probe halten. Wenn ſich jedoch im Gegentheile, bei einer ſorgfältigen Anſtellung der Verſuche auf ſolch' eine Weiſe, daß alle von dieſen hinzukommenden Umſtänden entſtehenden Unrichtigkeiten ſorgfältig vermieden würden, fände, daß die Geſchwindigkeiten ein Geſetz beobachten, welches von dem in der Theorie vorausgeſetzten verſchieden iſt, ſo läßt ſich für uns der ſichere Schluß ziehen, daß die Principien, auf welche dieſe Theorie gegründet iſt, irrig ſeyen.

Wir wollen jetzt einmal ſehen, in wie weit dieſe Verſuche von der Theorie abweichen. Die vom vierundachtzigſten bis zum zweiundneunzigſten wurden auf eine ſolche Art unternommen, daß kein Theil der Gewalt des Pulvers durch das Zündloch und die Drehung der Kugel verloren gehen konnte, wie ſolches ſchon erinnert worden, und es wurde alle mögliche Aufmerkſamkeit auf jeden Umſtand verwendet, der dazu beitragen konnte, dieß Experiment ſo vollkommen und concluſiv als möglich zu machen.

Wir haben ſchon eine beſondere Nachricht von ihnen gegeben, und es iſt ſelbſt von den Mitteln geſprochen worden, deren wir uns bedienten, die Kugeln

zu verfertigen, und ſie in den Lauf einzupaſſen, auch von dem Kunſtgriffe, die Entweichung des Dampfes aus dem Zündloche zu verhindern. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Reſultate hiervon.

NB. Die Pulverladung war bei jedem Verſuche die nemliche, und beſtand aus 145 Gran.

	Gewicht der Kugel	Geſchwindigk. d. Kugel		
		wirkliche	berechnete	Unterſchied.
Verſ. 85	90 Gran.	2109	2109	— — —
86	251	1430	1262	+ 168
87	354	1288	1063	+ 225
88	600	1240	817	+ 423
89	603	1224	815	+ 409
90	1184	1017	581	+ 436
91	1754	893	478	+ 415
92	2352	812	413	+ 399

Die berechneten Geſchwindigkeiten wurden, ſo wie ſie auf dieſer Tafel angegeben ſind, aus der wirklichen Geſchwindigkeit der Kugel beſtimmt, die im fünfundachtzigſten Verſuche durch den Rückprall beſtimmt war, und bei jedem der nachfolgenden aus den umgekehrten ſubduplizirten Verhältniſſen des Gewichtes derſelben zum Gewichte der Kugel; auf der letzten Columne iſt der Unterſchied zwiſchen dem Ver-

ſuche und der Theorie oder die Zahl von Fußen in einer Sekunde angemerkt, mit welchen die wirkliche Geſchwindigkeit die berechnete überſtieg.

Damit wir jedoch dieſen Gegenſtand aus verſchiedenen Geſichtspunkten betrachten, wollen wir jetzt einmal die Reihe der Verſuche umkehren, und die berechneten Geſchwindigkeiten aus der wirklichen im zweiundneunzigſten Verſuche beſtimmen; und indem wir den totalen oder collektiven Druck, den das Pulver auf die Kugel bei dieſem Verſuche ausübte, als Einheit annehmen, ſo ſoll der collektive Druck bei den nachfolgenden Verſuchen aus dem Verhältniſſe der wirklichen, zu den berechneten Geſchwindigkeiten berechnet werden. Alsdann ſieht die Tabelle ſo aus:

nete, eingerichtet iſt. Er wird aus einem cylindriſchen Stücke Holz, gerade ſo wie andere Ladeſtöcke gewöhnlich gemacht werden, verfertigt, allein es kommt noch der Ring C, von ohngefähr anderthalb oder zwei Zoll Durchmeſſer hinzu, der in eine gewiſſe Entfernung von dem Ende (a) des Ladeſtockes, welches in den Lauf geht, angebracht werden muß, um zu verhindern, daß jener nicht zu weit in dieſen hineindringe. Dieſer Ring kann nach Belieben von Holz oder einem Metalle verfertigt werden, wie man es gerade am zweckmäßigſten findet. Das andere Ende (b) des Ladeſtockes kann 31 bis 32 Zoll vom Ringe entfernt ſeyn. Wird dieſes Ende noch mit einer paſſenden Subſtanz umgeben, ſo kann man ſich des Ladeſtockes alsdann auch noch bedienen, um den Lauf nach jedem Verſuche auszuwiſchen.

Die Maſchine (f) zum Durchſchlüpfen des Bandes kann die nemliche ſeyn, welche Dr. Hutton in ſeiner Nachricht von ſeinen Verſuchen über die anfänglichen Geſchwindigkeiten der Kanonenkugeln beſchrieben hat, da dieſe Methode weit beſſer für den Gebrauch berechnet iſt, als die, welche Robins vorſchlug und gebrauchte. Es wird auch beſſer ſeyn, wenn die Axe eines jeden Pendelſtabes auf flachen Stücken Holz oder Eiſen ruht, ſtatt in runden Pfannen zu laufen; man muß jedoch dann ſorgen, daß ſie an beiden Seiten Schloßhaken oder einen andern Ein-

PH aufgerichtet, auf welcher PL und PM nach H zu, ſolche Größen vorſtellen ſollen, daß, wenn PL die gleichförmige Kraft der Schwere, oder das Gewicht der Kugel erklärt, PM die im Augenblicke der Exploſion vom Pulver auf die Kugel ausgeübte Gewalt darſtellt. Setzen wir jetzt, daß, während ſich die Kugel von P nach B hin bewegt, die Linie PM oder pm mit ihr zugleich gehe, und daß der Punkt m immer ſo genommen wurde, daß die Linie pm ſich zu pl oder PL, wie die qm Punkte p auf die Kugel wirkende Gewalt ſich zu deren Gewichte verhalte, bis pm mit QB zuſammenfällt, ſo wird die Grundfläche PMQB zu der Grundfläche PLDB im duplizirten Verhältniſſe der Geſchwindigkeiten ſtehen, welche die Kugel erhalten würde, wenn ſie mit ihrer eignen Schwere durch den Raum PB fortwirkte, und wenn ſie durch den nemlichen Raum mittelſt der Gewalt des Pulvers fortgetrieben würde. Man kann dieſes in Iſaak Newton's Mathematical principles of Natural Philoſophy book I prop. 39 bewieſen ſehen.

Was ich hier collektiven Druck, oder die Totalſumme der Wirkung des Pulvers auf die Kugel nenne, iſt das Maaß der Grundfläche PMQB; und es iſt aus dem, was oben hierüber geſagt worden, klar, daß deren Maaß in allen Fällen genau beſtimmt werden könne, wenn das Gewicht und die Geſchwindigkeit der Kugel bekannt ſind.

Wenn alles Pulver der Ladung mit einemmale, oder ehe ſich die Kugel merklich von ihrem Platze bewegen könnte, entzündet würde, und wenn der Druck des erzeugten Dampfes immer mit ſeiner Dichtigkeit, oder umgekehrt, mit dem Raume, den er einnimmt, im Verhältniſſe ſtünde, ſo würde die Linie MQ eine Hyperbel, und die Grundfläche PMQB bei einerlei Ladung ſtets dieſelbe ſeyn, und folglich die Geſchwindigkeiten der Kugeln ſich wie die Quadratwurzeln aus deren Gewichten, umgekehrt verhalten. Allein es zeigt ſich aus den vorſtehenden Verſuchen, daß, wenn das Gewicht der Kugel viermal vergrößert war, die Wirkung des Pulvers, oder die Grundfläche PMQB faſt doppelt erſchien. Denn im zweiundneunzigſten Verſuche, wo vier Kugeln mit einemmal abgeſchoſſen wurden, betrug der collektive Druck 1; im neunundachtzigſten Verſuche aber, wo nur eine einzige Kugel gebraucht ward, betrug auch der collektive Druck nur 0,3825; und im Verſuche 85, 86 und 87, wo die Kugeln um vieles leichter waren, war die Wirkung der Ladung auf dieſelben immer geringer.

Obſchon wir indeſſen mit großer Gewißheit aus dieſen Verſuchen das Verhältniß beſtimmen können, in welchem die Wirkung des Pulvers auf die Kugel erhöht oder vermindert wurde, wenn wir uns Kugeln von größerem oder geringerem Gewichte bedienten, ſo können wir

daraus doch nicht das Verhältniß der Elaſticität des erzeugten Dampfes zu ſeiner Dichtigkeit, noch auch die Quantität des in verſchiedenen Zeitpunkten entzündeten Pulvers ehe und nachdem die Kugel anfängt, ſich im Laufe zu bewegen, beſtimmen.

Bedienen wir uns indeß der Grundſätze von Robins, in ſoweit ſie ſich auf die Elaſticität des Dampfes beziehen, und ſetzen den Fall, daß in allen Verſuchen, den zweiundneunzigſten ausgenommen, blos ein Theil der Ladung Feuer fieng, und daß dieſer Theil entzündet und in eine elaſtiſche Flüſſigkeit verwandelt wurde, ehe die Kugel begann, ſich von ihrem Platze zu bewegen; ſo können wir, nach dieſer Vorausſetzung, die Quantität des Pulvers, welche ſich in jedem Verſuche entzündete, beſtimmen. Denn die Quantität deſſelben muß in dieſem Falle ſo groß, wie der collective Druck ſeyn.

Sonach, wenn die ganze Ladung = 145 Gran betrug, iſt anzunehmen, daß ſich dieſe beim zweiundneunzigſten Verſuche gänzlich entzündet haben. Bei den andern Verſuchen wird ſich die in Flamme geſetzte Menge folgendergeſtalt zeigen:

	Gewicht der Kugel.	Geſchwindigkeit der Kugel.	collektiver Druck.	entzündetes Pulver.
Verſ. 85	90 Gr.	2109	0,2581	37 Gr.
86	251	1430	0,3310	48
87	354	1288	0,3778	55
88	600	1240	0,5949	86
89	603	1224	0,5825	84
90	1184	1017	0,7897	114
91	1754	893	0,9020	131

Wir haben jedoch mancherlei Urſachen, anzunehmen, daß die Verminderung der Wirkung des Pulvers auf die Kugeln, wenn dieſe leichter iſt, nicht ſo wohl der Kleinheit der Menge des in dieſem Falle ſich entzündenden Pulvers beizumeſſen ſey, ſondern vielmehr der Trägheit oder vis inertiae des erzeugten Dampfes. Es iſt zwar gewiß, daß eine größere Portion Pulver Feuer fängt und verbrennt, wenn die Kugel ſchwerer, als wenn ſie leichter iſt, da ich ſolches bei jedem der Verſuche, von welchem ich jetzt ſpreche, gefunden habe; allein dann war die Quantität des unentzündeten Pulvers in jedem Falle viel zu gering, um die ſcheinbare Verringerung der Gewalt zu übertragen, wenn leichte Kugeln gebraucht wurden.

Wäre der Dampf bei der Wirkung, in welcher

die Kraft des Pulvers beſteht, unendlich dünn, oder ſtünde ſein Gewicht mit dem des Pulvers, was ihn erzeugt, in keinem Verhältniſſe; und bliebe die grobe Materie oder das caput mortuum des Pulvers im Boden des Laufes nach der Entzündung liegen, ſo würde daraus, und aus keiner andern Vorausſetzung folgen, daß der Druck auf die Kugel ſich umgekehrt wie der durch den Dampf eingenommene Raum verhielte: es iſt indeſſen klar, daß dieſer Fall nie ſtatt finden könne.

Hier kommt ein artiger Gegenſtand für die Spekulation vor: in wie weit möchte es nemlich vortheilhaft ſeyn, wenn es anders möglich wäre, die ſpecifiſche Schwere des Schießpulvers und den aus ſelbigen erzeugten Dampf zu vermindern, ohne dabei ſeine elaſtiſche Kraft zu ſchwächen? es würde ſicherlich auf leichtere Kugeln mit größerer Gewalt wirken; wenn man indeß ſchwerere brauchte, ſo iſt Grund vorhanden, zu denken, daß, wenn man nicht eine auſſerordentliche Vorſicht anwendete, es zu verhindern, der größte Theil der Gewalt des Pulvers durch das Zündloch oder neben der Kugel vorbei verloren gehen müßte.

Die Geſchwindigkeit, mit welcher ſich elaſtiſche Flüſſigkeiten in einen leeren Raum ergießen, verhält ſich direkt, wie die Elaſticität der Flüſſigkeit, und um-

gekehrt wie deren Dichtigkeit; wenn daher die Dichtigkeit des durch das Pulver erzeugten elaſtiſchen Fluidums bisweilen geringer wäre, als ſie iſt, ſo würde deſſen Elaſticität doch die nemliche bleiben, es würde aus dem Zündloche hinausweichen, und zu den Seiten der Kugel im Laufe, mit einer viermal ſo großen Geſchwindigkeit entwiſchen, als jetzt. Wir wiſſen aber aus Verſuchen, daß der Verluſt an Gewalt in ſolchen Fällen ſehr beträchtlich iſt.

Beim ſechsundſiebenzigſten und ſiebenundſiebenzigſten Verſuche, wo der Lauf mit 145 Gran abgefeuert war, betrug die Geſchwindigkeit der Kugeln 1040 Fuß in der Sekunde, nach einer Mittelzahl. Im achtundachtzigſten und neunundachtzigſten Verſuche aber, wo die Kugeln ſchwerer waren, und der Lauf mit der nemlichen Quantität Pulver losgeſchoſſen wurde, betrug die mittlere Geſchwindigkeit für die Sekunde 1232 Fuß. Der Unterſchied für dieſen Zeitraum = 192 Fuß, entſpricht einer in den letzten Verſuchen vorhandenen größeren Gewalt, als bei den erſten, in dem Verhältniſſe von 14 zu 10.

Ich weiß dieſen Unterſchied auf keine andere Weiſe zu erklären, als wenn ich annehme, daß er gänzlich dem Entweichen des Dampfes durch das Zündloch und durch die Rollung der Kugel in denen Verſuchen bei-

zumeſſen ſey, wo das Zündloch offen war, und die Kugeln nakt in den Lauf geſetzt wurden.

Ein elaſtiſcher Bogen, von ſehr leichtem Holze verfertigt, wird einen Pfeil, und zumal einen leichten, mit größerer Geſchwindigkeit fortſchnellen, als ein Bogen von Stahl von demſelben Grade der Elaſticität oder Steifheit; für das praktiſche iſt indeſſen, wie ich glaube, ſo viel hinlänglich, daß wir das Schießpulver ſo leicht annehmen, daß es gänzlich unnütz werde; und es ſcheint wahrſcheinlich, daß es zu manchen Zwecken nicht übel ſeyn würde, wenn es ſchwerer, als es jetzt iſt, wäre.

Die Zündlöcher ſind für die Feuergewehre abſolut nothwendig, und die Drehung der Kugel muß bei großen Stücken vom groben Geſchütz beträchtlich ſeyn, damit nicht die Kugeln, die nicht immer ſo rund ſind, als ſie ſeyn ſollten, im Laufe ſtecken bleiben; und diejenigen, welche beim Abfeuern von ſchwerem Geſchütze und großen Mörſern geweſen ſind, wo ſowohl mit Kugeln, als mit Bomben geſchoſſen wurde, müſſen beobachtet haben, daß zwiſchen dem Blitzen des Zündpulvers und der Exploſion eine ziemliche Zeit verſtreicht, und daß in dieſer Zwiſchenzeit die Flamme unaufhörlich mit einem ziſchendem Geräuſche und einer bewundernswürdigen Geſchwindigkeit aus dem Zündloche herausfährt, welche Geſchwindigkeit ſich durch die Höhe

beweiſt, mit welcher der Feuerſtrom in die Luft ſteigt. Es iſt klar, daß dieſer Verluſt allezeit um ſo größer ſeyn müſſe, als der Schuß, welcher gegeben werden ſoll, ſchwerer iſt; und ich habe mir oft eingebildet, daß ich einen merklichen Unterſchied der Zeit, die zwiſchen dem Anzünden des Pulvers und der Exploſion verſtreicht, wenn Kugeln abgeſchoſſen werden, und der wahrgenommen habe, wenn mit bloßem Pulver abgefeuert wurde; im erſtern Falle war die Zeit auffallend länger, als im letztern.

Faſt alle Schriftſteller über das Schießpulver, und vorzüglich die des letzten Jahrhunderts, haben verſchiedene Recepte für Pulver gegeben, die zu verſchiedenem Gebrauche beſtimmt ſind. So führen die Franzoſen ein poudre à mousquet, poudre ordinaire de guerre, poudre de chasse und poudre d'artifice an, welche Sorten ſämmtlich aus Schwefel, Salpeter und Kohle in verſchiedenen Proportionen zuſammen gemiſcht ſind. Iſt es nicht wahrſcheinlich, daß dieſe Abwechslung in der Miſchung des Pulvers urſprünglich eingeführt geweſen ſey, weil man beobachtet hatte, daß eine Art Pulver zu beſonderem Gebrauche beſſer geweſen war, als eine andere; oder daß man über dieſen Gegenſtand beſondere Verſuche angeſtellt hatte? Es iſt ein beſonderer Umſtand vorhanden, welcher uns darauf leitet, zu glauben, daß dieſes der Fall geweſen ſey. — Diejenige Art von

Pulver, welche für das gröbe Geſchütz und Mörſer beſtimmt wurde, war ſchwächer, als ſolches Pulver, deſſen man ſich bei kleineren Gewehren bedienen wollte; denn wenn dieſe Conjecturen einen Grund haben, ſo iſt es gewiß, daß das ſchwächſte Pulver, oder das ſchwerſte, im Verhältniß zu ſeiner elaſtiſchen Kraft gebraucht worden ſeyn müſſe, um auf die ſchwerſten Kugeln zu wirken, und vorzüglich bei Kanonen, die unvollkommen gebildet waren, wo das Zündloch weit, und der Spielraum um die Kugel ſehr groß iſt.

Ich muß erwarten, daß hiergegen eine Einwendung gemacht werde, nemlich daß angenommen werden müſſe, der durch das Schießpulver erzeugte Dampf habe auch faſt immer die nemlichen Eigenſchaften, das Verhältniß der verſchiedenen Ingredienzien ſey auch, welches es wolle, und daß daher der einzige Unterſchied, der beim Pulver ſtatt findet, der ſey, daß eine Art davon mehr von dieſem Dampfe erzeugen könne, als die andere; und daß er, wenn er erzeugt iſt, auf einerlei Weiſe wirke, und mit einerlei Geſchwindigkeit zu jeder Oeffnung, die er findet, hinauszuweichen, bemüht ſeyn werde. Hierauf antworte ich aber, daß, obſchon der Dampf einerlei ſeyn könne, wie er es denn auch unbezweifelt iſt, und wenn gleich ſeine Dichtigkeit und Elaſticität, in dem Augenblicke wo er erzeugt wird, in allen Fällen auch einerlei ſeyn mag, während der Exploſion die elaſtiſchen und unelaſtiſchen

Theilchen von ihm doch ſo mit einander vermiſcht und unter einander gemengt ſeyen, daß ich mir einbilde, dieſe Flüſſigkeit ſey nicht im Stande, ſich auszubreiten, ohne dieſe ſchmutzige Materie mit fortzunehmen, und daß die Geſchwindigkeit, mit welcher die Flamme aus dem Zündloche herausdringt, aus der Elaſticität des Dampfes und der Dichtigkeit, oder dem Gewichte deſſelben mit der ſchmierigen Materie zuſammen genommen, und nicht blos einfach aus der Elaſticität und der Dichtigkeit des Dampfes berechnet werden müſſe. Wenn man in einem feinen unfühlbaren Pulver Spießglanz oder einen andern ſchweren Körper innig mit Waſſer miſchte, und in ein beliebiges Gefäß brächte, worinn es in Suſpenſion erhalten würde, indem man die Flüſſigkeit beſtändig umrührte und ſchüttelte; dann aber einen Zapfen am Boden oder an den Seiten des Gefäßes öffnete, ſo würde das Waſſer nicht anders auslaufen, als indem es die Theilchen des ſoliden Körpers mit ſich nähme. Auf die nemliche Weiſe erkläre ich mir auch, wie die ſoliden Theilchen, welche nach der Exploſion des Schießpulvers zurückbleiben, mit dem erzeugten Dampfe vorwärts getrieben werden, und wie ſie dadurch deſſen Bewegung aufhalten. — Wir wollen indeß von dieſer Abſchweifung zurückkehren.

Da aus dieſen Verſuchen hervorgeht, daß die Beziehung der Geſchwindigkeiten der Kugeln zu ihren

Gewichten von der verſchieden iſt, welche die Theorie von Robins vorausſetzt, ſo bleibt jetzt die Unterſuchung übrig, welches das Geſetz ſey, das wirklich ſtatt finde. Und, wir wollen erſtlich, da die Geſchwindigkeiten ein größeres Verhältniß zu einander haben, als das wechſelſeitige ſubduplicirte der Gewichte der Kugeln, einmal ſehen, wie nahe ſie dem wechſelſeitigen ſubtriplicirten Verhältniſſe ihrer Gewichte kommen.

	Gewicht der Kugel.	Geschwindigkeit der Kugel.				
		berechnet.	wirklich.		berechnet.	
		wechselseitiges subduplicirtes Verhältniß.	Irrthum in der Theorie.		Irrthum in der Theorie.	wechselseitiges subtriplicirtes Verhältniß.
Versuch 92	2352	812	— —	812	— —	812
91	1734	940	+ 47	893	+ 2	895
90	1184	1145	+ 128	1017	+ 4	1021
89	603	1604	+ 380	1224	+ 54	1278
88	600	1608	+ 368	1240	+ 40	1280
87	354	2093	+ 805	1288	+ 239	1527
86	251	2486	+ 1056	1430	+ 282	1712
85	90	4151	+ 2042	2109	+ 301	2410

PH aufgerichtet, auf welcher PL und PM nach H zu, ſolche Größen vorſtellen ſollen, daß, wenn PL die gleichförmige Kraft der Schwere, oder das Gewicht der Kugel erklärt, PM die im Augenblicke der Exploſion vom Pulver auf die Kugel ausgeübte Gewalt darſtellt. Setzen wir jetzt, daß, während ſich die Kugel von P nach B hin bewegt, die Linie PM oder pm mit ihr zugleich gehe, und daß der Punkt m immer ſo genommen wurde, daß die Linie pm ſich zu pl oder PL, wie die qm Punkte p auf die Kugel wirkende Gewalt ſich zu deren Gewichte verhalte, bis pm mit QB zuſammenfällt, ſo wird die Grundfläche PMQB zu der Grundfläche PLDB im duplizirten Verhältniſſe der Geſchwindigkeiten ſtehen, welche die Kugel erhalten würde, wenn ſie mit ihrer eignen Schwere durch den Raum PB fortwirkte, und wenn ſie durch den nemlichen Raum mittelſt der Gewalt des Pulvers fortgetrieben würde. Man kann dieſes in Iſaak Newton's Mathematical principles of Natural Philoſophy book I prop. 39 bewieſen ſehen.

Was ich hier collektiven Druck, oder die Totalſumme der Wirkung des Pulvers auf die Kugel nenne, iſt das Maaß der Grundfläche PMQB; und es iſt aus dem, was oben hierüber geſagt worden, klar, daß deren Maaß in allen Fällen genau beſtimmt werden könne, wenn das Gewicht und die Geſchwindigkeit der Kugel bekannt ſind.

die Hälfte des Gewichtes des Pulvers zum Gewichte der Kugel addiren, und die Geſchwindigkeiten aus dem wechſelſeitigen ſubtriplicirten Verhältniſſe der Quantität $\overline{B + \frac{1}{2} P}$ bei jedem Verſuche berechnen; ſo wird ſich die Tabelle ſo ausnehmen:

		Geſchwindigkeit der Kugel.		
	Gewicht der Kugel und der Hälfte des Pulvers. $\overline{B + \frac{1}{2} P} =$	wirklich.	berechnet.	Irrthum in der Theorie.
Verſ. 92	$2352 + 72\frac{1}{2}$	812	812	—
91	$1754 + 72\frac{1}{2}$	893	892	— 1
90	$1184 + 72\frac{1}{2}$	1017	1011	— 6
89	$603 + 72\frac{1}{2}$	1224	1243	+ 19
88	$600 + 72\frac{1}{2}$	1240	1245	+ 5
87	$354 + 72\frac{1}{2}$	1288	1449	+ 161
86	$251 + 72\frac{1}{2}$	1430	1589	+ 159
85	$90 + 72\frac{1}{2}$	2109	1999	— 110

daraus doch nicht das Verhältniß der Elaſticität des erzeugten Dampfes zu ſeiner Dichtigkeit, noch auch die Quantität des in verſchiedenen Zeitpunkten entzündeten Pulvers ehe und nachdem die Kugel anfängt, ſich im Laufe zu bewegen, beſtimmen.

Bedienen wir uns indeß der Grundſätze von Robins, in ſoweit ſie ſich auf die Elaſticität des Dampfes beziehen, und ſetzen den Fall, daß in allen Verſuchen, den zweiundneunzigſten ausgenommen, blos ein Theil der Ladung Feuer fieng, und daß dieſer Theil entzündet und in eine elaſtiſche Flüſſigkeit verwandelt wurde, ehe die Kugel begann, ſich von ihrem Platze zu bewegen; ſo können wir, nach dieſer Vorausſetzung, die Quantität des Pulvers, welche ſich in jedem Verſuche entzündete, beſtimmen. Denn die Quantität deſſelben muß in dieſem Falle ſo groß, wie der collective Druck ſeyn.

Sonach, wenn die ganze Ladung = 145 Gran betrug, iſt anzunehmen, daß ſich dieſe beim zweiundneunzigſten Verſuche gänzlich entzündet haben. Bei den andern Verſuchen wird ſich die in Flamme geſetzte Menge folgendergeſtalt zeigen:

Im zweiundneunzigſten Verſuche betrug die Hälfte des Gewichtes des Pulvers (= a) 72½ Gran; das Gewicht der Kugel war 2352 Gran (= x); der Rückprall (= z) betrug 32,25 Zoll, und der Rückprall (= b) mit der gegebenen Ladung ohne eine Kugel 4,4 Zoll; wird jetzt aus dieſen Datis und dem aus jedem andern Verſuche dieſer Reihe bekannten Gewichte der Kugel, der Rückprall mittelſt der Formel $\frac{x}{\sqrt{a+x^3}} + b = z$ berechnet, ſo können wir dann ſehen, wie das Reſultat dieſer Verſuche mit dieſer Theorie übereinſtimmt; ſonach ſind

	Gewicht der Kugel	Rückprall wirklich.	Rückprall berechnet.	Unterſchied.
Verſ. 92	2352	32,25	32,25	— — —
91	1754	27,18	27,22	+ 0,04
90	1184	21,92	21,85	— 0,07
89	603	15,13	15,33	+ 0,2
88	600	15,22	15,29	+ 0,07
87	354	11,03	11,87	+ 0,84
86	251	9,62	10,21	+ 0,59
85	90	7,16	7,02	— 0,14
84 und 93	0	4,4	4,4	— — —

die Kraft des Pulvers beſteht, unendlich dünn, oder ſtünde ſein Gewicht mit dem des Pulvers, was ihn erzeugt, in keinem Verhältniſſe; und bliebe die grobe Materie oder das caput mortuum des Pulvers im Boden des Laufes nach der Entzündung liegen, ſo würde daraus, und aus keiner andern Vorausſetzung, folgen, daß der Druck auf die Kugel ſich umgekehrt wie der durch den Dampf eingenommene Raum verhielte: es iſt indeſſen klar, daß dieſer Fall nie ſtatt finden könne.

Hier kommt ein artiger Gegenſtand für die Spekulation vor: in wie weit möchte es nemlich vortheilhaft ſeyn, wenn es anders möglich wäre, die ſpecifiſche Schwere des Schießpulvers und den aus ſelbigen erzeugten Dampf zu vermindern, ohne dabei ſeine elaſtiſche Kraft zu ſchwächen? es würde ſicherlich auf leichtere Kugeln mit größerer Gewalt wirken; wenn man indeß ſchwerere brauchte, ſo iſt Grund vorhanden, zu denken, daß, wenn man nicht eine auſſerordentliche Vorſicht anwendete, es zu verhindern, der größte Theil der Gewalt des Pulvers durch das Zündloch oder neben der Kugel vorbei verloren gehen müßte.

Die Geſchwindigkeit, mit welcher ſich elaſtiſche Flüſſigkeiten in einen leeren Raum ergießen, verhält ſich direkt, wie die Elaſticität der Flüſſigkeit, und um-

iſt nach der Formel $\frac{x}{\sqrt{a + x^2}} + b = z$ gezogen, und der wirkliche Rückprall iſt auf den Ordinaten zu dieſer krummen Linie mit großen runden Punkten bemerkt, welche in allen Verſuchen, den ſechsundachtzigſten und den ſiebenundachtzigſten ausgenommen, mit jener faſt ganz in eins fallen.

Auf der achtzehnten Figur bezeichnen die Zahlen auf der Linie AB, von A her genommen, die verſchiedenen Pulverladungen, die im Verlauf der Verſuche angewandt wurden, während die Ordinaten zur krummen Linie c d die Geſchwindigkeiten der Kugeln ausdrücken, wo das Zündloch bei o war. Die von der Linie AB zur Linie ef ſenkrecht gezogenen Linien ſtellen den Rückprall mit den verſchiedenen Pulverladungen und einer Bleikugel dar; und derjenige Theil dieſer Linien, welchen zwiſchen der Linie AB und der Linie gh begriffen iſt, bezeichnet den Rückprall, wenn die gegebene Ladung ohne eine Kugel abgefeuert wurde.

Da ich jetzt die Beziehung der Geſchwindigkeiten der Kugeln zu ihren Gewichten durch Verſuche gezeigt habe, bei welchen man Sorge trug, den Verluſt an Gewalt durch das Entwiſchen des Dampfes durch das Zündloch und die Drehung der Kugel zu verhüten; ſo

überlaſſe ich es jetzt den Mathematikern, aus dieſen Angaben die Eigenſchaften dieſer elaſtiſchen Flüſſigkeit, oder das Verhältniß ihrer Elaſticität zu ihrer Dichtigkeit zu beſtimmen.

Bevor ich indeß dieſen Gegenſtand gänzlich verlaſſe, muß ich noch gerade bemerken, daß ſich Robins nicht blos in dem Grundſatze irrt, welchen er in Rückſicht der Beziehung der Elaſticität des durch das Schießpulver erzeugten Dampfes zu deſſen Dichtigkeit annimmt, oder vielmehr in deſſen Geſetze der Wirkung auf die Kugel, wenn er den Lauf ausdehnt; ſondern ſeine Beſtimmung der Gewalt des Schießpulvers iſt ebenfalls unrichtig, ſelbſt nach ſeinen eigenen Grundſätzen: denn er beſtimmt deſſen Gewalt auf tauſendmal größer, als den mittleren Druck der Atmoſphäre; da doch aus dem Reſultate des zweiundneunzigſten Verſuches hervorgeht, daß deſſen Gewalt zum wenigſten 1308mal größer, als der mittlere Druck der Atmoſphäre ſeyn müſſe, welches ſich offenbar zeigt, wenn man ſich die Mühe geben will, die Berechnung zu unternehmen.

beweiſt, mit welcher der Feuerſtrom in die Luft ſteigt. Es iſt klar, daß dieſer Verluſt allezeit um ſo größer ſeyn müſſe, als der Schuß, welcher gegeben werden ſoll, ſchwerer iſt; und ich habe mir oft eingebildet, daß ich einen merklichen Unterſchied der Zeit, die zwiſchen dem Anzünden des Pulvers und der Exploſion verſtreicht, wenn Kugeln abgeſchoſſen werden, und der wahrgenommen habe, wenn mit bloßem Pulver abgefeuert wurde; im erſtern Falle war die Zeit auffallend länger, als im letztern.

Faſt alle Schriftſteller über das Schießpulver, und vorzüglich die des letzten Jahrhunderts, haben verſchiedene Recepte für Pulver gegeben, die zu verſchiedenem Gebrauche beſtimmt ſind. So führen die Franzoſen ein poudre à mousquet, poudre ordinaire de guerre, poudre de chasse und poudre d'artifice an, welche Sorten ſämmtlich aus Schwefel, Salpeter und Kohle in verſchiedenen Proportionen zuſammen gemiſcht ſind. Iſt es nicht wahrſcheinlich, daß dieſe Abwechslung in der Miſchung des Pulvers urſprünglich eingeführt geweſen ſey, weil man beobachtet hatte, daß eine Art Pulver zu beſonderem Gebrauche beſſer geweſen war, als eine andere; oder daß man über dieſen Gegenſtand beſondere Verſuche angeſtellt hatte? Es iſt ein beſonderer Umſtand vorhanden, welcher uns darauf leitet, zu glauben, daß dieſes der Fall geweſen ſey. — Diejenige Art von

Pulver, welche für das gröbe Geſchütz und Mörſer beſtimmt wurde, war ſchwächer, als ſolches Pulver, deſſen man ſich bei kleineren Gewehren bedienen wollte; denn wenn dieſe Conjecturen einen Grund haben, ſo iſt es gewiß, daß das ſchwächſte Pulver, oder das ſchwerſte, im Verhältniß zu ſeiner elaſtiſchen Kraft gebraucht worden ſeyn müſſe, um auf die ſchwerſten Kugeln zu wirken, und vorzüglich bei Kanonen, die unvollkommen gebildet waren, wo das Zündloch weit, und der Spielraum um die Kugel ſehr groß iſt.

Ich muß erwarten, daß hiergegen eine Einwendung gemacht werde, nemlich daß angenommen werden müſſe, der durch das Schießpulver erzeugte Dampf habe auch faſt immer die nemlichen Eigenſchaften, das Verhältniß der verſchiedenen Ingredienzien ſey auch, welches es wolle, und daß daher der einzige Unterſchied, der beim Pulver ſtatt findet, der ſey, daß eine Art davon mehr von dieſem Dampfe erzeugen könne, als die andere; und daß er, wenn er erzeugt iſt, auf einerlei Weiſe wirke, und mit einerlei Geſchwindigkeit zu jeder Oeffnung, die er findet, hinauszuweichen, bemüht ſeyn werde. Hierauf antworte ich aber, daß, obſchon der Dampf einerlei ſeyn könne, wie er es denn auch unbezweifelt iſt, und wenn gleich ſeine Dichtigkeit und Elaſticität, in dem Augenblicke wo er erzeugt wird, in allen Fällen auch einerlei ſeyn mag, während der Exploſion die elaſtiſchen und unelaſtiſchen

Die Kugeln hatten das Pendel faſt in der Mitte der Tartſche getroffen, und beide waren im Holze ſtecken geblieben; und ich fand, nachdem ich die Berechnung angeſtellt hatte, daß ſie gegen daſſelbe mit einer Geſchwindigkeit von 428 Fuß für eine Sekunde eingewirkt hatten.

Nehmen wir jetzt an, daß die Gewalt des Knallgoldes aus der Wirkung einer elaſtiſchen Flüſſigkeit entſteht, die in dem Augenblicke daraus gebildet wird, wo es explodirt, und daß die Schnellkraft dieſer Flüſſigkeit, oder vielmehr die Gewalt, welche dieſelbe auf die Kugel ausübt, ſobald ſie anfängt ſich auszudehnen, immer mit ihrer Dichtigkeit, oder umgekehrt mit dem Raume, den ſie einnimmt, im Verhältniſſe ſteht; ſo kann man die elaſtiſche Kraft dieſer Flüſſigkeit im Augenblicke ihrer Erzeugung, aus den bekannten Dimenſionen des Laufes, — der Länge des durch die Ladung eingenommenen Raumes (welche in dieſem Falle 0,47 eines Zolles betrug) — und dem Gewichte und der Geſchwindigkeit der Kugeln, ohne Mühe beſtimmen: und ich finde, wenn ich nach dieſen Regeln die Berechnung anſtelle, daß ihre Gewalt 307mal größer, als die mittlere elaſtiſche Kraft der gewöhnlichen Luft, ausfällt.

Der Theorie von Robins zufolge, iſt die elaſtiſche Kraft der aus dem Schießpulver bei deſſen Ver-

brennung erzeugten elaſtiſchen Flüſſigkeit 1,000 mal größer, als der mittlere Druck der Atmoſphäre; die Gewalt des Knallgoldes ſcheint ſich daher zu der des Schießpulvers, wie 307 zu 1,000, oder beinahe wie 4 zu 13 zu verhalten.

Von dem ſpezifiſchen Gewichte des Schießpulvers.

Um das ſpezifiſche Gewicht des Schießpulvers zu beſtimmen, bediente ich mich folgender Methode. Ich nahm ein großes Glas mit einer kleinen Oeffnung und hieng es an den einen Arm eines ſehr empfindlichen Wagbalkens auf, gab aber auf der entgegengeſetzten Seite ein gehöriges Gegengewicht. Jetzt wurde es zuerſt mit Gouvernementspulver, welches locker hineingeſchüttet ward — alsdann mit dem nemlichen, wohl durch einander gerüttelt — dann mit Pulver und Waſſer zuſammen, und endlich mit Waſſer allein angefüllt, und in jedem Falle der Inhalt des Gefäßes ſehr ſorgfältig gewogen.

Die ſpezifiſche Schwere des Schießpulvers, nach dieſen Verſuchen beſtimmt, iſt folgende:

ſpezifiſche Schwere des Regenwaſſers —	1,000.
Gouvernementspulver, ſo wie es auf einem Haufen mit Luft gemiſcht, liegt —	0,836.
Gouvernementspulver, wohl durch einander gerüttelt — — —	0,937.
die ſolide Subſtanz des Pulvers —	1,745.

Hieraus ergiebt ſich, daß ein Kubikzoll Gouvernementspulver, wohl durch einander gerüttelt, gerade 243 Gran wiegt; daß ein Kubikzoll ſolides Pulver 422 Gran wiegen würde; und daß folglich die Zwiſchenräume zwiſchen den Pulvertheilchen, ſo wie ſolches für den gewöhnlichen Gebrauch gekörnt wird, faſt eben ſo groß ſind, wie die Räume, welche dieſe Theilchen einnehmen.

Hier ſcheinen die nach der letztern Vorausſetzung berechneten Geſchwindigkeiten mit den Verſuchen weit beſſer übereinzuſtimmen, als die nach Robins Grundſätzen berechneten; es findet indeß immer noch ein beträchtlicher Unterſchied zwiſchen den wirklichen und den berechneten Geſchwindigkeiten bei den drei letzten Verſuchen auf der Tabelle ſtatt.

Da das Pulver an ſich ſelbſt ſchwer iſt, ſo kann man es als ein Gewicht betrachten, welches mit der Kugel zugleich fortgetrieben wird. Und wenn wir annehmen, daß die Dichtigkeit des erzeugten Dampfes von der Kugel bis zum Boden ſich überall gleich ſey, ſo muß die Geſchwindigkeit des Schwerpunktes des Pulvers oder (welches auf das nemliche hinaus kommt) des Dampfes und die ſchmutzige Materie, die bei Gelegenheit dieſes letzteren erzeugt wird, gerade halb ſo groß, als die Geſchwindigkeit der Kugel ſeyn. Wenn wir daher P als das Gewicht des Pulvers bezeichnen, B als das Gewicht der Kugel, und v als deſſen urſprüngliche Geſchwindigkeit; ſo drückt $Bv + \frac{1}{2}Pv = \overline{B + \frac{1}{2}P} \times v$ das Moment der Ladung in dem Augenblicke aus, wo die Kugel den Lauf verläßt.

Wenn wir jetzt, ſtatt die Beziehung der Geſchwindigkeiten zu den Gewichten der Kugeln zu beſtimmen,

mit Pulver rings umgäbe, und alsdann die Ladung in Feuer ſetzte. Die Methode, die ich anwandte, dieß zu bewerkſtelligen, war folgende. Nachdem ich mir eine Anzahl Blaſen von ſehr kleinen Fiſchen verſchafft hatte, brachte ich verſchiedenerlei Quantitäten Waſſer von der Größe einer kleinen Erbſe bis zu der einer Piſtolenkugel in dieſelben, und nachdem ich ſie mit einem feinen Faden zugebunden, hieng ich dieſe kleinen Kugeln in die freie Luft, bis ſie von auſſen herum völlig trocken waren. Ich formte hierauf eine Anzahl Patronen von feinem Papiere, und füllte ſie mit der bekannten Quantität von Schießpulver an, die der gewöhnlichen Ladung einer Reuterpiſtole gleich kam; nachdem ich nun eine Piſtole mit einer dieſer Patronen und einer paſſenden Kugel geladen hatte, legte ich ſie auf die Erde und richtete ſie gegen ein Bret von Eichenholz, welches ohngefähr ſechs Fuß weit von der Mündung entfernt war, ſchoß ſie mittelſt einer Zündlinie ab, und beobachtete ſorgfältig den Rückprall, wie auch den Eindrang der Kugel in das Bret. Hierauf nahm ich einige der angefüllten Patronen, die übrig geblieben waren, und brachte, nachdem ich einen Theil des in ihnen enthaltenen Pulvers herausgeſchüttet hatte, einen oder mehrere dieſer kleinen mit Waſſer angefüllten Blaſen in den Mittelpunkt dieſer Patronen, und umgab, indem ich das übrige Pulver, was zur Ladung gehört hatte, wieder hineinthat, auf dieſe Weiſe das Waſſer gänzlich mit Pulver.

Mit dieſen Patronen und einer paſſenden Kugel wurde die Piſtole zu unterſchiedlichen Malen geladen, auf die Erde gelegt, wie zuvor, durch eine Zündlinie abgeſchoſſen, und dann der Rückprall nebſt dem Eindrange der Kugeln genau beobachtet. Hier fand ich nun beſtimmt, daß die Gewalt der Ladung durch das Hinzukommen des Waſſerkügelchens beträchtlich vermindert worden war, und je größer die auf ſolche Weiſe eingeſchloſſene Waſſermenge war, deſto geringer war auch die Wirkung von der ganzen Ladung. Weder der Rückprall der Piſtole noch der Eindrang der Kugel waren denen gleich, die ſich zeigten, wenn die gegebene Quantität von Schießpulver ohne Waſſer in Brand geſetzt worden war; und der Knall der Exploſion ſchien in einem noch weit beträchtlicheren Grade vermindert zu ſeyn, als es der Rückprall oder der Eindrang waren.

Da ich nun hieraus ſchloß, daß dieſe Verminderung der Gewalt der Ladung aus dem Zerplatzen der kleinen Blaſen entſtanden war, die eine Zerſtreuung des Waſſers unter dem Pulver verurſacht hatten, ehe ſich dieſes noch völlig entzündet haben konnte, und wodurch ſonach ein anſehnlicher Theil gehindert wurde, Feuer zu faſſen, ſo wiederholte ich die Verſuche, und bediente mich ſtatt des Waſſers des höchſt rektifizirten Weingeiſtes. Das Reſultat war aber faſt das nemliche, wie das vorhergehende; die Gewalt der Ladung zeigte

Im zweiundneunzigſten Verſuche betrug die Hälfte des Gewichtes des Pulvers ($= a$) 72½ Gran; das Gewicht der Kugel war 2352 Gran ($= x$); der Rückprall ($= z$) betrug 32,25 Zoll, und der Rückprall ($= b$) mit der gegebenen Ladung ohne eine Kugel 4,4 Zoll; wird jetzt aus dieſen Datis und dem aus jedem andern Verſuche dieſer Reihe bekannten Gewichte der Kugel, der Rückprall mittelſt der Formel $\frac{x}{\sqrt{a+x^3}} + b = z$ berechnet, ſo können wir dann ſehen, wie das Reſultat dieſer Verſuche mit dieſer Theorie übereinſtimmt; ſonach ſind

	Gewicht der Kugel	Rückprall		
		wirklich.	berechnet.	Unterſchied.
Verſ. 92	2352	32,25	32,25	— — —
91	1754	27,18	27,22	+ 0,04
90	1184	21,92	21,85	— 0,07
89	603	15,13	15,33	+ 0,2
88	600	15,22	15,29	+ 0,07
87	354	11,03	11,87	+ 0,84
86	251	9,62	10,21	+ 0,59
85	90	7,16	7,02	— 0,14
84 und 93	0	4,4	4,4	— — —

Hier iſt die Uebereinſtimmung der wirklichen und der berechneten Rückpralle ſo merkwürdig, als die der wirklichen und der berechneten Geſchwindigkeiten auf der vorherſtehenden Tafel.

Durch die 17te Figur kann man das Reſultat aller dieſer Verſuche und Berechnungen mit einem Blicke überſehen. Die Zahlen auf der Linie AB (ſo wie auf Fig. 16.) zeigen die Gewichte der Kugeln an, während die durch dieſe Linie AB von letztern Zahlen auf jeder Seite perpendikular gezogenen, die ſich an den krummen Linien m, n, endigen, die Geſchwindigkeiten der Kugeln bei den verſchiedenen Verſuchen vorſtellen; die Linie AB iſt die Axe dieſer krummen Linien, die von A bis zu den verſchiedenen Zahlen nach B (= x) hinwärts genommenen Längen ſind die Abſciſſe, und die Perpendikularlinien (= y) die correſpondirenden Ordinaten. Die Ordinaten zu der krummen Linie hm, verhalten ſich wie die aus der Formel $\frac{1}{\sqrt{a+x^3}} = y$ berechneten Geſchwindigkeiten, und die Ordinaten zur krummen Linie p, n (welches die logarithmiſche krumme Linie iſt, da ſie $\frac{1}{\sqrt{x}} = y$ iſt) zeigen die Geſchwindigkeiten, nach Robins Prinzipien berechnet. Die krumme Linie gk

iſt nach der Formel $\frac{x}{\sqrt{a+x^2}} + b = z$ gezogen, und der wirkliche Rückprall iſt auf den Ordinaten zu dieſer krummen Linie mit großen runden Punkten bemerkt, welche in allen Verſuchen, den ſechsundachtzigſten und den ſiebenundachtzigſten ausgenommen, mit jener faſt ganz in eins fallen.

Auf der achtzehnten Figur bezeichnen die Zahlen auf der Linie A B, von A her genommen, die verſchiedenen Pulverladungen, die im Verlauf der Verſuche angewandt wurden, während die Ordinaten zur krummen Linie c d die Geſchwindigkeiten der Kugeln ausdrücken, wo das Zündloch bei o war. Die von der Linie A B zur Linie e f ſenkrecht gezogenen Linien ſtellen den Rückprall mit den verſchiedenen Pulverladungen und einer Bleikugel dar; und derjenige Theil dieſer Linien, welcher zwiſchen der Linie A B und der Linie g h begriffen iſt, bezeichnet den Rückprall, wenn die gegebene Ladung ohne eine Kugel abgefeuert wurde.

Da ich jetzt die Beziehung der Geſchwindigkeiten der Kugeln zu ihren Gewichten durch Verſuche gezeigt habe, bei welchen man Sorge trug, den Verluſt an Gewalt durch das Entwiſchen des Dampfes durch das Zündloch und die Drehung der Kugel zu verhüten; ſo

überlaſſe ich es jetzt den Mathematikern, aus dieſen Angaben die Eigenſchaften dieſer elaſtiſchen Flüſſigkeit, oder das Verhältniß ihrer Elaſticität zu ihrer Dichtigkeit zu beſtimmen.

Bevor ich indeß dieſen Gegenſtand gänzlich verlaſſe, muß ich noch gerade bemerken, daß ſich Robins nicht blos in dem Grundſatze irrt, welchen er in Rückſicht der Beziehung der Elaſticität des durch das Schießpulver erzeugten Dampfes zu deſſen Dichtigkeit annimmt, oder vielmehr in deſſen Geſetze der Wirkung auf die Kugel, wenn er den Lauf ausdehnt; ſondern ſeine Beſtimmung der Gewalt des Schießpulvers iſt ebenfalls unrichtig, ſelbſt nach ſeinen eigenen Grundſätzen: denn er beſtimmt deſſen Gewalt auf tauſendmal größer, als den mittleren Druck der Atmoſphäre; da doch aus dem Reſultate des zweiundneunzigſten Verſuches hervorgeht, daß deſſen Gewalt zum wenigſten 1308mal größer, als der mittlere Druck der Atmoſphäre ſeyn müſſe, welches ſich offenbar zeigt, wenn man ſich die Mühe geben will, die Berechnung zu unternehmen.

Von einem Verſuche die exploſive Gewalt des Knallgoldes (aurum fulminans) zu beſtimmen, oder einer Vergleichung zwiſchen deſſen Gewalt und der des Schießpulvers.

Da ich mich mit einer kleinen Quantität von dieſem wunderbaren Pulver verſehen hatte, auf deſſen Güte ich rechnen konnte, ſo unternahm ich es, ſeine exploſive Gewalt zu beſtimmen, indem ich mich ſeiner ſtatt des Schießpulvers bediente, eine Kugel mit ihm abſchoß, und mittelſt des Pendels die Geſchwindigkeit maß, welche die Kugel dadurch erhielt. Weil ich nun aus dem ſchrecklichen Knalle, mit welchem dieſe Subſtanz explodirt, ſchloß, daß ihre elaſtiſche Gewalt bei weitem größer ſeyn müßte, als die des Schießpulvers, ſo ſorgte ich für einen Lauf, der ungewöhnlich ſtark war, um dieſe Verſuche mit ihm vorzunehmen. Seine innere Länge betrug 13,25 Zoll, der Durchmeſſer der Röhre 0,55 eines Zolles, und ſein Gewicht ſieben Pfund und zwei Unzen. Er beſteht aus dem beſten Eiſen, und iſt von Wogdon verfertigt worden; die Sorgfalt, mit welcher er die letzte Politur erhalten hat, bringt dem Künſtler viel Ehre.

Dieſer Lauf wurde mit dem ſechszehnten Theile einer Unze (= 27,34 Gran) Knallgold, und zwei bleiernen Kugeln geladen, welche zuſammen mit dem Leder, das ſie umgab, um ſie in den Lauf paſſend

zu machen, wodurch die Drehung vermieden werden ſollte, 427 Gran wogen; er wurde auf eine Kohlpfanne mit glühenden Kohlen, in einer Entfernung von etwa zehn Fuß vom Pendel gelegt, und die Mündung gegen den Mittelpunkt der Tartſche dieſes Pendels gerichtet.

Nachdem ich den Lauf auf eine ſolche Art geſichert hatte, daß er ſeine Richtung nicht verändern konnte, zog ich mich in einige Entfernung zurück, um bei einem üblen Zufalle außer Gefahr zu ſeyn, und war in ängſtlicher Erwartung auf den Ausgang der Exploſion geſpannt.

Ich hatte in dieſer Stellung einige Minuten verweilt, und beinahe ſchon am Fortgange des Verſuches verzweifelt, als das Pulver losgieng, allein mit einem unendlich ſchwächeren Knall, als ich erwartete. Das Geräuſch überſtieg das einer wohlgeladenen Windbüchſe wenig, und ich konnte nicht eher davon überzeugt ſeyn, daß die Kugeln wirklich abgeſchoſſen worden waren, als bis ich das Pendel in Bewegung ſah. Ich fand indeſſen bei weiterer Unterſuchung, daß nichts im Laufe zurückgelaſſen worden war, und aus einer großen Menge von Theilchen reduzirten Metalles ſchloß ich, daß alles Pulver in Exploſion gegangen ſey.

Die Kugeln hatten das Pendel faſt in der Mitte der Tartſche getroffen, und beide waren im Holze ſtecken geblieben; und ich fand, nachdem ich die Berechnung angeſtellt hatte, daß ſie gegen daſſelbe mit einer Geſchwindigkeit von 428 Fuß für eine Sekunde eingewirkt hatten.

Nehmen wir jetzt an, daß die Gewalt des Knallgoldes aus der Wirkung einer elaſtiſchen Flüſſigkeit entſteht, die in dem Augenblicke daraus gebildet wird, wo es explodirt, und daß die Schnellkraft dieſer Flüſſigkeit, oder vielmehr die Gewalt, welche dieſelbe auf die Kugel ausübt, ſobald ſie anfängt ſich auszudehnen, immer mit ihrer Dichtigkeit, oder umgekehrt mit dem Raume, den ſie einnimmt, im Verhältniſſe ſteht; ſo kann man die elaſtiſche Kraft dieſer Flüſſigkeit im Augenblicke ihrer Erzeugung, aus den bekannten Dimenſionen des Laufes, — der Länge des durch die Ladung eingenommenen Raumes (welche in dieſem Falle 0,47 eines Zolles betrug) — und dem Gewichte und der Geſchwindigkeit der Kugeln, ohne Mühe beſtimmen: und ich finde, wenn ich nach dieſen Regeln die Berechnung anſtelle, daß ihre Gewalt 307mal größer, als die mittlere elaſtiſche Kraft der gewöhnlichen Luft, ausfällt.

Der Theorie von Robins zufolge, iſt die elaſtiſche Kraft der aus dem Schießpulver bei deſſen Ver-

hrennung erzeugten elaſtiſchen Flüſſigkeit 1,000 mal gröſſer, als der mittlere Druck der Atmoſphäre; die Gewalt des Knallgoldes ſcheint ſich daher zu der des Schießpulvers, wie 307 zu 1,000, oder beinahe wie 4 zu 13 zu verhalten.

Von dem ſpezifiſchen Gewichte des Schießpulvers.

Um das ſpezifiſche Gewicht des Schießpulvers zu beſtimmen, bediente ich mich folgender Methode. Ich nahm ein groſſes Glas mit einer kleinen Oeffnung und hieng es an den einen Arm eines ſehr empfindlichen Wagbalkens auf, gab aber auf der entgegengeſetzten Seite ein gehöriges Gegengewicht. Jetzt wurde es zuerſt mit Gouvernementspulver, welches locker hineingeſchüttet ward — alsdann mit dem nemlichen, wohl durch einander gerüttelt — dann mit Pulver und Waſſer zuſammen, und endlich mit Waſſer allein angefüllt, und in jedem Falle der Inhalt des Gefäſſes ſehr ſorgfältig gewogen.

Die ſpezifiſche Schwere des Schießpulvers, nach dieſen Verſuchen beſtimmt, iſt folgende:

ſpezifiſche Schwere des Regenwaſſers —	1,000.
Gouvernementspulver, ſo wie es auf einem Haufen mit Luft gemiſcht, liegt —	0,836.
Gouvernementspulver, wohl durch einander gerüttelt — — —	0,937.
die ſolide Subſtanz des Pulvers —	1,745.

Hieraus ergiebt ſich, daß ein Kubikzoll Gouvernementspulver, wohl durch einander gerüttelt, gerade 243 Gran wiegt; daß ein Kubikzoll ſolides Pulver 422 Gran wiegen würde; und daß folglich die Zwiſchenräume zwiſchen den Pulvertheilchen, ſo wie ſolches für den gewöhnlichen Gebrauch gekörnt wird, faſt eben ſo groß ſind, wie die Räume, welche dieſe Theilchen einnehmen.

Allerlei Verſuche.

Von einigen Verſuchen ohne Erfolg, die Gewalt des Schießpulvers zu erhöhen.

Es haben einige geglaubt, daß die Gewalt des Dampfes noch größer, als die des Schießpulvers ſey; und daß, wenn eine Quantität Waſſer in die Kammer eines Kanonenlaufes eingeſchloſſen, mit einemmale in Dampf verwandelt werden könnte, dieſer mit bewundernswürdiger Geſchwindigkeit auf die Kugel einwirken würde. Man hat verſchiedene Proben gemacht, Kugeln auf dieſe Weiſe abzuſchießen; allein es ſind mir keine bekannt, die glücklichen Erfolg gehabt hätten, wenigſtens einen ſolchen, wodurch wahrſcheinlich würde, daß ſtatt des Schießpulvers zum militäriſchen Gebrauche Waſſer gebraucht werden könne.

Die große Schwierigkeit, die man bei Anſtellung dieſer Verſuche zu bekämpfen hat, liegt daran, eine Methode ausfindig zu machen, bei welcher das Waſſer mit einemmale verdünnt, und in elaſtiſchen Dunſt verwandelt werden könne; und es fiel mir ein, daß dieß wohl am beſten durch Schießpulver zu bewerkſtelligen ſeyn möchte, wenn man eine kleine Quantität Waſſer in einen ſehr dünnen Stoff einſchlöſſe, dieſe

mit Pulver rings umgäbe, und alsdann die Ladung in Feuer ſetzte. Die Methode, die ich anwandte, dieß zu bewerkſtelligen, war folgende. Nachdem ich mir eine Anzahl Blaſen von ſehr kleinen Fiſchen verſchafft hatte, brachte ich verſchiedenerlei Quantitäten Waſſer von der Größe einer kleinen Erbſe bis zu der einer Piſtolenkugel in dieſelben, und nachdem ich ſie mit einem feinen Faden zugebunden, hieng ich dieſe kleinen Kugeln in die freie Luft, bis ſie von auſſen herum völlig trocken waren. Ich formte hierauf eine Anzahl Patronen von feinem Papiere, und füllte ſie mit der bekannten Quantität von Schießpulver an, die der gewöhnlichen Ladung einer Reuterpiſtole gleich kam; nachdem ich nun eine Piſtole mit einer dieſer Patronen und einer paſſenden Kugel geladen hatte, legte ich ſie auf die Erde und richtete ſie gegen ein Bret von Eichenholz, welches ohngefähr ſechs Fuß weit von der Mündung entfernt war, ſchoß ſie mittelſt einer Zündlinie ab, und beobachtete ſorgfältig den Rückprall, wie auch den Eindrang der Kugel in das Bret. Hierauf nahm ich einige der angefüllten Patronen, die übrig geblieben waren, und brachte, nachdem ich einen Theil des in ihnen enthaltenen Pulvers herausgeſchüttet hatte, einen oder mehrere dieſer kleinen mit Waſſer angefüllten Blaſen in den Mittelpunkt dieſer Patronen, und umgab, indem ich das übrige Pulver, was zur Ladung gehört hatte, wieder hineinthat, auf dieſe Weiſe das Waſſer gänzlich mit Pulver.

Mit dieſen Patronen und einer paſſenden Kugel wurde die Piſtole zu unterſchiedlichen Malen geladen, auf die Erde gelegt, wie zuvor, durch eine Zündlinie abgeſchoſſen, und dann der Rückprall nebſt dem Eindrange der Kugeln genau beobachtet. Hier fand ich nun beſtimmt, daß die Gewalt der Ladung durch das Hinzukommen des Waſſerküchelchens beträchtlich vermindert worden war, und je größer die auf ſolche Weiſe eingeſchloſſene Waſſermenge war, deſto geringer war auch die Wirkung von der ganzen Ladung. Weder der Rückprall der Piſtole noch der Eindrang der Kugel waren denen gleich, die ſich zeigten, wenn die gegebene Quantität von Schießpulver ohne Waſſer in Brand geſetzt worden war; und der Knall der Exploſion ſchien in einem noch weit beträchtlicheren Grade vermindert zu ſeyn, als es der Rückprall oder der Eindrang waren.

Da ich nun hieraus ſchloß, daß dieſe Verminderung der Gewalt der Ladung aus dem Zerplatzen der kleinen Blaſen entſtanden war, die eine Zerſtreuung des Waſſers unter dem Pulver verurſacht hatten, ehe ſich dieſes noch völlig entzündet haben konnte, und wodurch ſonach ein anſehnlicher Theil gehindert wurde, Feuer zu faſſen, ſo wiederholte ich die Verſuche, und bediente mich ſtatt des Waſſers des höchſt rektifizirten Weingeiſtes. Das Reſultat war aber faſt das nemliche, wie das vorhergehende; die Gewalt der Ladung zeigte

ſich auch hier beſtimmt, und ſehr merklich, vermindert. Ich bediente mich ſpäterhin des ätheriſchen Terpentinöles, und nachher kleiner Quantitäten von Queckſilber; allein immer mit keinem beſſern Erfolg. Jede Subſtanz, die ich mit dem Pulver vermiſchte, diente nur dazu, die Gewalt der Ladung zu vermindern, ſtatt ſie zu erhöhen.

Dieſe Proben waren alle einige Monate früher angeſtellt worden, ehe ich die Reihe meiner Verſuche über das Schießpulver anfieng, von welchen ich hier Nachricht gegeben habe, und ob ſie gleich ohne glücklichen Erfolg waren, ſo nahm ich zu dieſer Zeit doch die Unterſuchung wieder vor, und machte verſchiedene neue Verſuche, in der Abſicht, etwas aufzufinden, was ſtärker als Schießpulver ſey, oder was zum wenigſten, damit vermiſcht, ſeine Wirkſamkeit vergrößerte.

Es iſt ſehr wohl bekannt, daß die elaſtiſche Kraft des Queckſilbers, wenn dieſes in Dampf verwandelt wird, ſehr groß iſt; ich bediente mich dieſer Subſtanz bei meinen vorigen Verſuchen, wie ich eben angezeigt habe, jedoch ohne Erfolg. Ich dachte indeſſen, daß das Fehlſchlagen dieſes Verſuches auch wohl dem Queckſilber zuzuſchreiben ſeyn könne, da es zu ſehr in einen einfachen Körper verbunden war, weßwegen das Feuer nicht mit dem größtmöglichſten Vortheile darauf zu wirken vermöchte: könnte man es aber in außerordentlich kleine Pünktchen zertheilen, und ſo

vorrichten, daß jedes Theilchen völlig mit Schießpulver umgeben und der Wirkung der Flamme deſſelben ausgeſetzt würde, ſo möchte es ſehr bald erhitzt, und wahrſcheinlich ſchnell in einen elaſtiſchen Dampf oder Dunſt verwandelt werden können, ehe die Kugel ſich noch merklich von ihrem Platze bewegt hätte.

Zu dieſer Beſtimmung vermiſchte ich zwanzig Gran mineraliſchen Mohr ſehr genau mit 145 Gran Schießpulver, und lud das Gewehr mit dieſer Miſchung, ſetzte eine paſſende Kugel darauf, und ſchoß ab; die Gewalt der Ladung war aber auch geringer, als die, welche das Schießpulver allein ausgeübt haben würde, wie ſolches aus den Verſuchen 76 und 77, mit dem 79ſten verglichen, erſcheint.

Das gemeine Knallpulver wird aus einem Theile Schwefel, zwei Theilen Sal tartari und drei Theilen Salpeter verfertigt; und wenn wir nach dem Knall bei der Exploſion urtheilen ſollen, ſo iſt die elaſtiſche Kraft dieſer Verbindung beträchtlich größer, als die des Schießpulvers. Ich war begierig, die Wirkung zu ſehen, die eine Vermiſchung des Sal tartari mit Schießpulver hervorbringen würde, und hatte mich daher mit einer Quantität dieſes Salzes in ſeinem reinſten Zuſtande verſehen. Es war völlig trocken und in Geſtalt eines feinen Pulvers; ich miſchte zwanzig Gran davon mit 145 Gran Schießpulver, und fand bei der Abſchießung der Kugel durch dieſe Miſchung, daß dieſes alkaliſche Salz die Gewalt des

Pulvers anſehnlich vermindert hatte. Man ſehe den Verſuch Nr. 78.

Ich verſuchte hierauf das Ammoniak. Man hat gefunden, daß dieſes Salz eine ſehr große Menge von Gas oder elaſtiſchem Dampf erzeugt, wenn es der Hitze unter gewiſſen Umſtänden ausgeſetzt wird; miſchte man jedoch zwanzig Gran davon mit einer Ladung Schießpulver, ſo verminderten ſie deſſen Gewalt beträchtlich, anſtatt ſie zu vergrößern. Man ſehe hierüber den achtzigſten Verſuch.

Die meiſten Metalle, wo nicht ein jedes, verurſachen eine Entbindung oder Freilaſſung von Gas, wenn ſie in einem ſchicklichen Menſtruum aufgelöſt werden: am meiſten aber Kupfer (braſs), wenn es in Salpeterſäure aufgelöſt wird. Da ich begierig war, zu ſehen, ob dieſes durch die Flamme, oder den saueren Dampf des angezündeten Schießpulvers, hervorgebracht werden könnte, ſo miſchte ich zwanzig Gran ſehr feiner Kupferſpäne, die man gewöhnlich Kupferſtaub nennt (da es kleine Theilchen dieſes Metalles ſind, die von dem Rade wegfliegen, auf welchem die Stecknadeln zugeſpitzt werden,), mit 143 Gran Schießpulver, und lud meinen Lauf mit dieſer Miſchung und einer darauf paſſenden Kugel, und ſchoß ihn ab: allein der Verſuch (Nr. 81.) bewieß mir, daß die Gewalt des Pulvers durch die Zuthat von dieſem Kupferſtaube nicht vermehrt worden war, ſondern daß das Gegentheil ſtatt fand.

Es ſcheint mir indeſſen wahrſcheinlich, daß weder Kupferſtaub noch mineraliſcher Mohr an und für ſich fähig ſind, die Gewalt des Schießpulvers in einem beträchtlichen Grade anders zu vermindern, als daß ſie die Zwiſchenräumchen zwiſchen den Körnern ausfüllen, den Durchgang der Flamme verſtopfen, und ſo dem Fortgange dieſer Entzündung Hinderniſſe in den Weg legen. Es wird hieraus klar, warum Erdtheilchen und Unreinigkeiten aller Art dem Schießpulver ſo nachtheilig werden. Sie werden es nicht dadurch, weil ſie die Gewalt der Theile, aus welchen das Schießpulver zuſammengeſetzt iſt, zerſtören, oder deren Eigenſchaften verändern, ſondern ganz einfacher Weiſe dadurch, daß ſie den Fortgang der Entzündung hindern, deren Gewalt ſchwächen, und es ſo von geringerem oder gar keinem Nutzen machen. Man kann daher bei der Verfertigung des Schießpulvers nicht zu viel Sorgfalt anwenden, um die Beſtandtheile deſſelben von allen fremdartigen Stoffen rein zu erhalten.

Von einem Verſuche, Flamme ſtatt Pulver abzuſchießen.

Da ich oftmals bemerkt hatte, daß Papier und andere leichte Körper aus großen Kanonen und kleinern Gewehren entzündet herauskamen, ſo wurde ich darauf geleitet, zu verſuchen, ob andere entzündbare Körper nicht auch auf dieſe Art in Feuer geſetzt werden

könnten, beſonders aber entzündliche Flüſſigkeiten; und ich dachte mir, daß, wenn dieſes bewirkt werden könnte, es nicht unmöglich wäre, dergleichen entzündete Körper durch die Gewalt der Exploſion fortzuſchleudern, und auf ſolche Weiſe das Feuer andern Körpern in einer beträchtlichen Entfernung mitzutheilen; allein dieſer Verſuch ſchlug gänzlich fehl. Ich war niemals im Stande, trocknes Werg in einer Entfernung von fünf (engliſchen) Ellen von der Mündung des Laufes in Flamme zu ſetzen. Ich ſchoß zu wiederholten malen große Pfropfe von Werg und Papier ab, die durch und durch mit den entzündlichſten Flüſſigkeiten getränkt waren, als z. B. mit Weingeiſt — ätheriſchem Terpentinöl — Schwefelbalſam u. ſ. w., aber keine von dieſen allen wurden jemals durch die Exploſion entzündet. Einigemal ſchoß ich drei oder vier Löffel voll von der entzündbaren Flüſſigkeit ab, indem ich einen ſehr dünnen Korkpfropf auf das Pulver, und einen andern auf die Flüſſigkeit ſetzte, allein immer mit keinem beſſern Erfolge. Die Flüſſigkeit wurde gegen die Wand geſpritzt, und ließ ein Merkmal, da wo ſie ſelbige getroffen hatte, aber nie konnte ich es dahin bringen, daß ſie Feuer fieng; ſo gab ich die Unternehmung auf.

II.

Verſuche

die

Gewalt

des

losgezündeten Schießpulvers

zu beſtimmen.

Verſuche
die
Gewalt
des
losgezündeten Schießpulvers
zu beſtimmen.

(Vorgeleſen in der königlichen Sozietät am 4 Mai 1797.)

Keine menſchliche Erfindung, von welcher wir irgend authentiſche Nachrichten beſitzen, vielleicht die Buchdruckerkunſt ausgenommen, hat ſo wichtige Veränderungen in der bürgerlichen Geſellſchaft hervorgebracht, als die Erfindung des Schießpulvers. Jedennoch ſcheint, ohngeachtet der Gebrauch, den man von dieſem wunderbaren Agens macht, ſo ausgedehnt iſt, und obſchon ſeine Wirkungen eben ſo erſtaunend als wichtig ſind, daſſelbe doch noch nicht mit der Sorgfalt und Beharrlichkeit unterſucht worden zu ſeyn, welche es

verdient. Die Entzündung des Schießpulvers iſt gewiß eine der überraſchendſten Erſcheinungen, mit welchen wir bekannt ſind, und ich bin überzeugt, daß ſowohl ſpekulative Naturforſcher, als auch Männer, deren Beruf es mit ſich bringt, daſſelbe in unſerm Zeitalter der Entdeckungen noch öfter zum Gegenſtand ihrer Unterſuchung gemacht haben würden, wenn nicht ſo viele Gefahr mit der Anſtellung ſolcher Verſuche verbunden wäre: denn die Gewalt des Schießpulvers iſt ſo groß, und ſeine Wirkungen ſind ſo ſchnell und ſchrecklich, daß, ohngeachtet aller möglichen Vorſichtsmaaßregeln, immer noch ein beträchtlicher Grad von begleitender Gefahr bei deſſen Behandlung übrig bleibt, was ich mehr als einmal auf meine Unkoſten erfahren habe.

Es iſt wahr, daß verſchiedene Mathematiker und Phyſiker von Zeit zu Zeit ihre Aufmerkſamkeit auf dieſen merkwürdigen Gegenſtand verwendet haben; und die neuen Verbeſſerungen in der Chemie haben uns eine beträchtliche Einſicht in die Natur und Urſachen der Exploſion erlaubt, die bei der Entzündung des Schießpulvers und der bei deſſen Verbrennung ſich erzeugenden elaſtiſchen Dämpfe vor ſich geht. Allein das große Deſideratum — das wirkliche Maaß der anfänglichen Expanſivkraft des entzündeten Schießpulvers — iſt bisher, weit entfernt gekannt zu ſeyn, vielmehr nur gerathen ſtatt beſtimmt worden; und kein

überzeugenderer Umſtand kann angegeben werden, unſere gänzliche Unwiſſenheit in dieſer Rückſicht zu beweiſen, als der Unterſchied in den Meinungen der größten Mathematiker unſerer Zeit, die deſſen Unterſuchung vorgenommen haben.

Der ſinnreiche Robins, der eine große Zahl von ſehr merkwürdigen Verſuchen über das Schießpulver anſtellte, und welcher meines Erachtens mehr zur Vervollkommnung des Artilleriewesens beigetragen hat, als irgend ein anderer Menſch, zog den Schluß, als Reſultat ſeiner ſämmtlichen Unterſuchungen und Berechnungen, daß die Gewalt des bei der Verbrennung des Schießpulvers erzeugten Dampfes tauſendmal größer ſey, als der mittlere Druck der Atmoſphäre. Allein der berühmte Mathematiker Daniel Bernoulli beſtimmt deſſen Gewalt nicht geringer, als 10,000mal dieſen Druck, oder zehnmal größer, als Robins es that.

Ueber dieſen großen Unterſchied in den Reſultaten der Berechnungen dieſer zwei geſchickten Mathematiker verwundert, ſo wie über den Gegenſtand ſelbſt, der mir ſowohl wichtig, als intereſſant ſchien, fieng ich ſchon vor mehreren Jahren an, Verſuche mit dem Schießpulver anzuſtellen, vorzüglich in der Abſicht, die Hauptfrage auszumachen, nemlich deſſen anfängliche Ausdehnungskraft, wenn es losgezündet wird,

zu beſtimmen; und ich habe ſeitdem, gelegentlich von Zeit zu Zeit, ſo wie ſich ſchickliche Zeit und Weile fand, dieſelben fortgeſetzt.

In einer, im Jahre 1781 im LXXI Bande der Philoſophical Transactions abgedruckten Abhandlung, theilte ich die Nachricht von einem Verſuche mit (Nr. 92.), aus dem ſich ergab, daß nach einer Berechnung, nach Robins eigenen Grundſätzen, die Gewalt des Schießpulvers ſtatt tauſendmal größer, zum wenigſten 1308mal größer, als der mittlere Druck der Atmoſphäre angenommen werden müſſe. Außerdem hatte mir nicht allein dieſer, ſondern noch mehrere andere Verſuche, deren in dieſer Abhandlung Erwähnung gethan wird, hinlänglichen Grund gegeben, den Schluß zu ziehen, daß die von Robins in ſeinem Treatiſe upon Gunnery aufgeſtellten Principien irrig ſeyen; und ich ſah keine Möglichkeit, wie man im Stande wäre, die anfängliche Gewalt des Schießpulvers auf die von ihm vorgeſchlagene Methode zu beſtimmen, die ich bisher bei meinen Verſuchen verfolgt hatte. Unzufrieden darüber, ein Verfahren aufzugeben, was mich ſchon ſo viele Mühe gekoſtet hatte, entſchloß ich mich, einen neuen Weg einzuſchlagen, und es zu unternehmen, die Gewalt des Schießpulvers durch wirkliches Maaß, durch einen direkten und entſcheidenden Verſuch herauszubringen.

Ich will hier keine ausführliche Beſchreibung von den zahlloſen Mühſeligkeiten und Fehlſchlagungen geben, die mir im Verlauf meiner gefahrvollen Verſuche begegneten; es wird hinlänglich ſeyn, wenn ich kürzlich den Plan, den ich mir bei meinen Operationen bildete, um zu einem Reſultate zu gelangen, angebe, und eine curſoriſche Ueberſicht von der Reihe der vergeblichen Verſuche liefere, durch welche ich zuletzt auf die Entdeckung der, in der That Erſtaunen erregenden Gewalt des Schießpulvers gelangte; — einer Gewalt, die zum wenigſten fünfzigtauſend mal gröſſer iſt, als der mittlere Druck der Atmoſphäre.

Meine erſte Probe war, Schießpulver in einem eingeſchloſſenen Raume anzuzünden, weil ich dachte, daß, wenn mir dieſes gelungen wäre, ich Mittel ausfindig machen könnte, deſſen elaſtiſche Gewalt ohne große Schwierigkeit zu meſſen. Zu dieſem Ende ließ ich mir einen kurzen Flintenlauf vom allerbeſten geſchmiedeten Eiſen, und von ungewöhnlicher Stärke verfertigen; der Durchmeſſer von deſſen Röhre betrug $\frac{3}{4}$ eines Zolles, ſeine Länge fünf Zoll, und die Dicke des Metalles war dem Durchmeſſer des innern Raumes gleich, ſo daß der äußere Durchmeſſer $2\frac{1}{4}$ Zoll betrug. Er war an beiden Seiten durch zwei lange Schrauben verſchloſſen, die den Schwanzſchrauben eines Flintenlaufes glichen; jede derſelben gieng zwei Zoll tief in den Lauf hinein, und ließ bloß einen

Raum von einem Zoll in der Länge für die Ladung übrig.

Das Pulver wurde in dieſe Hölung gebracht, indem man eine dieſer beiden Schrauben herausſchraubte; alsdann ſchraubte man ſie wieder an ihren Platz und verſchloß beide Enden des Laufes. Das Feuer wurde dem Pulver mittelſt eines ſehr engen Zündloches, welches zu dieſem Endzwecke durch das Zentrum einer dieſer beiden Schrauben angebracht war, mitgetheilt. Die Kammer, welche einen Zoll in der Länge und dreiviertel Zoll im Durchmeſſer hielt, war nur halb mit Pulver gefüllt, und ich erwartete daher, daß, wenn das Pulver entzündet worden wäre, der erzeugte Dampf genöthigt ſeyn würde, aus der ſo engen Oeffnung, wie dieſes Zündloch war, welches nicht mehr, als $\frac{1}{20}$ Zoll im Durchmeſſer betrug, herauszudringen, und zwar nicht mit einem lebhaften Knall, ſondern eher mit einer Art von ziſchendem Geräuſche; und ich war daher willens, bei einem ſpäteren Verſuche den erzeugten Dampf gänzlich einzuſchließen, indem ich dem Zündloch eine Klappe zugeben wollte, wie ich ſolches bei einigen meiner, in der vorhergehenden Abhandlung erwähnten Verſuchen gethan habe. Allein, als ich der Ladung Feuer gegeben hatte, (wobei ich die Vorſicht brauchte, dieſes mittelſt eines Zündfadens zu bewerkſtelligen) war ich ſehr erſtaunt, ſtatt eines ziſchenden Geräuſches, einen ſehr ſcharfen und lauten

Knall zu hören; und nach der Unterſuchung des Laufes fand ich das Zündloch deſſelben um wenigſtens viermal ſoviel, als ſein Durchmeſſer betrug, erweitert, und beide Schrauben aufgelockert.

Ich fand aus dem Reſultate dieſes Verſuches, daß ich es mit einem Wirkungsmittel zu thun hatte, welches bei weitem mühſamer zu behandeln war, als ich mir eingebildet hatte, und ich verdoppelte daher meine Sorgfalt. Da der Lauf nicht weſentlich beſchädigt war, ſo wurden ſeine Extremitäten mit zwei neuen Schrauben verſchloſſen, die man noch äußerſt feſt einlöthete, und ein neues Zündloch im Laufe ſelbſt angebohrt. Nachdem beide Enden des Laufes verſchloſſen waren, war es nothwendig, das Pulver, um es in die Kammer zu bringen, durch das Zündloch ſelbſt hineinlaufen zu laſſen, oder eine andere Oeffnung dazu einzurichten. Die Methode, deren ich mich hierzu bediente, war folgende,

Nachdem ein Loch in den Lauf gemacht worden war, das ohngefähr $\frac{2}{10}$ eines Zolles im Durchmeſſer hielt, wurde ein Stöpſel von Stahl hier hinein geſchraubt; und in dem Mittelpunkte oder der Axe dieſes Stöpſels war das Zündloch angebracht. Um das Pulver in die Kammer hineinzubringen, wurde der Pfropf weggenommen. Das Zündloch war coniſch verfertigt, und der weiteſte Durchmeſſer deſſelben

gieng nach innen, oder öffnete ſich nach der Kammer zu; und eine coniſche Nadel von gehärtetem Stahl war hinein gepaßt. Dieſe Nadel beſtimmte ich zu einer Klappe für das Zündloch, um ſelbiges zu verſchließen, ſobald als das Pulver der Kammer in Flamme ſtehen würde.

Um dem Feuer einen Durchgang durch das Zündloch in die Kammer zu verſtatten, wurde dieſe Nadel etwas hinunter gedrückt, ſo daß ſie einen kleinen Raum zwiſchen ihrer Oberfläche und der innern Oberfläche des Zündloches ließ.

Allein trotz daß alle nur mögliche Vorſicht bei der Einrichtung dieſes Inſtrumentes angewandt worden war, um daſſelbe in allen ſeinen Theilen ſo vollkommen als möglich zu machen, war doch der Verſuch von eben ſo wenigem glücklichen Erfolg, wie der vorhergehende: bei der Loszündung des Pulvers in der Kammer (obgleich ich dieſelbe nicht weiter, als bis zur Hälfte angefüllt hatte), bahnte ſich die erzeugte elaſtiſche Flüſſigkeit nicht nur gewaltſam einen Weg durch das Zündloch, ungeachtet der Klappe, (welche, wie es ſchien, nicht Zeit gehabt hatte, jenes zu verſchließen,) ſondern ſie ſchoß auch mit ſolch' einer erſtaunlichen Geſchwindigkeit aus dieſer engen Oeffnung, daß ſie, ſtatt mit einem ziſchenden Geräuſche hervorzudringen, einen Knall hören ließ, der eben ſo ſcharf und laut war, wie

von einer gewöhnlichen Flinte. Bei Unterſuchung des Zündlochſtöpfels und der Nadel fand man beide ſehr zerfreſſen und beſchädigt, obſchon ich alle Vorſicht angewandt hatte, ſie beide vor Anſtellung des Verſuches zu härten.

Ich wiederholte ſpäterhin den Verſuch mit einem einfachen Zündloche, das ſehr klein gemacht, und mit Gold ausgefüttert war, um dem Zerfreſſen deſſelben durch den ſauern Dampf vorzubeugen, der bei der Verbrennung des Schießpulvers erzeugt wird; allein bei der Probe fand ſich, daß dieſes Zündloch eben ſo wenig geeignet war, der bewundernswürdigen Gewalt des entzündeten Schießpulvers zu widerſtehen, wie die andern. Es war ſo ſtark, und ſo unregelmäßig durch die Exploſion gleich beim erſten Verſuche zerfreſſen worden, daß es dadurch gänzlich unbrauchbar wurde; und, was noch außerordentlicher iſt, der Lauf ſelbſt war, ohngeachtet ſeiner erſtaunlichen Stärke, in die Geſtalt eines Faſſes ausgedehnt. Obwohl er Riſſe bekommen hatte, war er doch nicht gänzlich von einander geplatzt, auch ſchien es nicht, daß etwas von dem erzeugten Dampfe durch den Riß entwichen ſey. Ich beſitze den Lauf noch immer in dem Zuſtande, ſo wie er ſich nach dem Verſuche fand.

Dieſe unglücklichen Verſuche, und manche andre noch von ähnlicher Art, von welchen es nicht nöthig

iſt, noch eine beſondere Nachricht mitzutheilen, da ſie ſämmtlich darauf hinaus liefen, zu beweiſen, daß die Gewalt des Schießpulvers in der That größer iſt, als man ſich gewöhnlicher Weiſe denkt, dienten blos, ſtatt mich wegen des Verfolges meiner Unterſuchungen niederzuſchlagen, meine Wißbegierde nur um deſto mehr anzufeuern, und mich zu weitern Forſchungen zu reitzen.

Es ſchienen mir dieſe Unterſuchungen auf keine Weiſe blos ſpekulativ zu ſeyn: im Gegentheile betrachtete ich die Beſtimmung der wirklichen Gewalt des, bei der Verbrennung des Schießpulvers erzeugten Dampfes, als einen Gegenſtand von der größten Wichtigkeit.

Der Gebrauch des Schießpulvers iſt ſo ausgedehnt geworden, daß es kaum fehlen kann, daß ſehr wichtige mechaniſche Verbeſſerungen aus irgend neuen Entdeckungen in Bezug auf deſſen Gewalt und die Geſetze ihrer Wirkung entſpringen müſſen. Die meiſten Berechnungen, welche man bisher in Bezug auf die Wirkung des Schießpulvers angeſtellt hat, ſind auf die Vorausſetzung gegründet, daß die Elaſtizität des erzeugten Dampfes ſich in jedem Falle wie deſſen Dichtigkeit verhalte; allein wenn dieſe Vorausſetzung falſch befunden würde, ſo müßten alle dieſe Berechnungen, mit ſammt den praktiſchen, darauf gegründe-

ten Regeln nothwendiger Weiſe irrig ſeyn; und der Einfluß dieſer Irrthümer muß ſo ausgedehnt werden, als der Gebrauch, den man vom Schießpulver macht.

Da ich durch Verſuche gefunden hatte, wie ſchwer es iſt, den elaſtiſchen Dampf, der durch die Verbrennung des Schießpulvers erzeugt wird, einzuſchließen, wenn nur die kleinſte Oeffnung gelaſſen wird, wodurch ein Theil deſſelben entwiſchen kann, ſo fiel mir ein, daß es vielleicht beſſer gelingen möchte, wenn ich das Pulver gänzlich einſchlöſſe, ſo daß keine Oeffnung irgend einer Art gelaſſen würde, wodurch es mit der äußern Luft in Gemeinſchaft ſtehen könnte. Ich nahm mir dabei vor, das Pulver auf die Art zu entzünden, daß ich die dazu angewandte Hitze nöthigte, durch die ſolide Subſtanz des eiſernen Laufes, deſſen ich mich bedienen wollte, um jenes einzuſchließen, zu dringen.

Um dieſen Verſuch anzuſtellen, ließ ich mir einen neuen Lauf deßwegen verfertigen und einrichten: ſeine Länge betrug 3.45 Zoll, und der Durchmeſſer ſeiner innern Oeffnung $\frac{7}{10}$ eines Zolles; beide Enden wurden mittelſt zweier Schrauben verſchloſſen, deren jede einen Zoll in die Länge hielt, und die durch Löthung feſt und unbeweglich an ihre Plätze gebracht wurden. Zwiſchen ihnen war ein leerer Raum von 1.45 Zoll Länge gelaſſen, der die Pulverkammer bildete, und deſſen Capazität beinahe $\frac{1}{10}$ Cubikzoll betrug. Eine

Oeffnung von 0.37 Zoll im Durchmeſſer wurde in beide Seiten des Laufes durch den Mittelpunkt der Kammer durchgebohrt, mit der Axe im rechten Winkel ſtehend; hierein löthete man zwei eiſerne Röhren, 0.37 Zoll im Durchmeſſer, und mit einer Oeffnung von $\frac{1}{10}$ Zoll Durchmeſſer, ſo, daß während ihre inneren Oeffnungen einander genau an den entgegengeſetzten Seiten der Kammer gegenüber ſtanden, die Axe ihrer Oeffnung in der nemlichen geraden Linie war. Die kürzeſte dieſer Röhren, welche 1.3 Zoll über die äußere Oberfläche des Laufes hinausragte, war an ihrem obern Ende verſchloſſen, oder vielmehr gar nicht ſo weit in ihrer Länge gebohrt worden, ſondern man hatte an dieſem äußeren Ende $\frac{3}{10}$ Zoll ſolides Metall gelaſſen, welches in Geſtalt eines ſtumpfen Knopfes abgerundet war. Die längere Röhre, die 2.7 Zoll über die Oberfläche des Laufes an der entgegengeſetzten Seite hinausragte, und welche dazu diente, das Pulver in die Kammer zu bringen, war offen. Sie konnte aber gelegentlich durch eine ſtarke Schraube verſchloſſen werden, die mit einem Ringe von gebiltem Leder verſehen war, was man zu dieſem Zweck an ſie angebracht hatte. Die Methode, ſich dieſes Inſtrumentes zu bedienen, war folgende. Der Lauf wurde niedergelegt, oder in horizontaler Lage gehalten, die lange Röhre nach oben, und ſo die Ladung, die aus dem allerfeinſten, beſtgekörnten Pirſchpulver beſtand, durch dieſe Röhre in die Kammer gebracht. Bei

dieſer Operation mußte man Sorge tragen, daß die Hölung der kurzen Röhre vollkommen mit Pulver angefüllt wurde, und man kann dieſes am beſten auf die Art bewerkſtelligen, daß man zuerſt nur eine kleine Quantität Pulver hinein laufen läßt, und dann daſſelbe nöthigt, in die kurze Röhre zu rollen, indem man den Lauf mit einem Hammer ſchlägt. Findet man bei dem Einbringen eines Zünddrathes durch die lange Röhre, daß die kurze voll gefüllt iſt, ſo drücke man das Pulver darinne ſanft zuſammen, oder rammle es mittelſt dieſes Drathes feſt, um zu verhindern, daß es nicht zurück in die Kammer falle, wenn man den Lauf aus ſeiner horizontalen Richtung bewegt. Iſt die kurze Röhre ordentlich gefüllt, ſo bringe man den Reſt der Ladung vollends in die Kammer, und verſchließe ſodann das Ende der langen Röhre mittelſt ſeiner Schraube.

Um die bei der Verbrennung der Ladung erzeugte elaſtiſche Flüſſigkeit noch ſicherer zu verhindern, daß ſie nicht etwa durch dieſen Weg einen Ausgang fände, wurde die Hölung dieſer langen Röhre, nachdem das Pulver in die Kammer gethan worden, mit kaltem Talg vollgeſtopft, und die Schraube, welche das Ende davon verſchloß, (die $\frac{1}{2}$ Zoll lang war, und wenig über $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmeſſer hatte,) ward mit aller möglichen Gewalt gegen ihren lebernen Ring nieder gepreßt.

Die Art, Feuer in die Ladung zu bringen, war folgende: Ein Block von geſchmiedetem Eiſen, von ohngefähr anderthalb Zoll im Quadrat, der mit einer Höhlung verſehen war, die ohngefähr den ganzen Theil der kurzen Röhre aufnehmen konnte, welche über den Lauf hinausragte, wurde bis zum Glühen erhitzt, und das Ende der kurzen Röhre in dieſe Aushöhlung gebracht, wo ſie bleiben mußte, bis die Hitze, die durch die Röhre durch gedrungen war, das darinnen enthaltene Pulver entzündet hatte, und von da wurde auch die Flamme dem in der Kammer befindlichen Pulver mitgetheilt.

Das Reſultat dieſes Verſuches erfüllte völlig meine Erwartungen. Der erzeugte Dampf war ſo vollkommen eingeſchloſſen geblieben, daß kein Theil von ihm hatte entweichen können. Der Knall bei der Exploſion war ſo ſchwach, daß er kaum hörbar war: in der That verdiente er auf keine Weiſe den Namen eines Knalles, und konnte ſicher nicht in einer Entfernung von zwanzig Schritten gehört werden; er glich dem Geräuſche, was man hört, wenn man eine ſehr kleine Glasröhre zerbricht.

Ich bildete mir anfangs ein, daß ſich nicht alles Pulver entzündet habe, allein die Hitze des Laufes überzeugte mich bald, daß eine Exploſion ſtatt gefunden haben müſſe, und nachdem ich faſt eine halbe

tunde gewartet hatte, ſtrömten die eingeſchloßnen ämpfe beim Oeffnen der Schraube, welche das Ende r langen Röhre verſchloſſen hatte, mit anſehnlicher ewalt heraus, mit einem Geräuſche, das dem einer geladenen Windbüchſe nicht unähnlich war. Die uantität des bei dieſem Verſuche angewandten Pul- es war in der That ſehr klein, da ſie nicht mehr als achten Theil deſſen betrug, was die Kammer im tande war, aufzunehmen; allein, da mir mein parat ſo oft bei den Verſuchen dieſer Art zerſtört rden war, fieng ich nunmehr an, vorſichtiger zu rden.

Da ich jetzt Mittel ausfindig gemacht hatte, den i der Verbrennung des Pulvers erzeugten elaſtiſchen ampf einzuſchließen, ſo war meine nächſte Abſicht rauf gerichtet, deſſen Gewalt zu meſſen; allein hier ulten ſich mir von neuem faſt unüberſteigliche Hin- rniſſe in den Weg. Um die Expanſivkraft des Dam- es zu meſſen, war es nothwendig, denſelben auf nen bewegbaren Körper von bekannten Dimenſionen irken zu laſſen, deſſen Widerſtand gegen die Gewalt r Flüſſigkeit genau beſtimmt werden konnte; dieß ar jedoch unendlich ſchwer zu machen. Ich ſchlug rſchiedene Wege ein, doch ohne glücklichen Erfolg. ch ließ ein Loch in die Axe von einer der Schrauben Schwanzſchrauben) bohren, die die beiden Enden des en beſchriebenen Laufes einſchloſſen, und einen

Stempel von gehärtetem Stahl in daſſelbe (was $\frac{2}{10}$ eines Zolles im Durchmeſſer hielt) einpaſſen; ich ließ das Ende dieſes Stempels, welches über den Lauf etwas hinaus ragte, gegen ein ſchweres Gewicht wirken, das gleich einem Pendel an einen langen eiſernen Stab aufgehängt war, und hoffte, durch die Erkennung der Geſchwindigkeit, die dieſes Gewicht erhalten würde, aus der Länge des durch daſſelbe beſchriebenen aufſteigenden Bogens im Stande zu ſeyn, den Druck des elaſtiſchen Dampfes, durch welches das Gewicht in Bewegung geſetzt werden ſollte, zu berechnen. Allein es fand ſich, daß dieſer Kunſtgriff dem gedachten Endzwecke nicht entſprach, auch wollten alle Verbeſſerungen, die ich ſpäterhin bei dem Apparate anbrachte, die Reſultate des Verſuches nicht gänzlich genugleiſtend machen. Es blieb nicht allein unmöglich, das Entwiſchen des Dampfes zu den Seiten des Stempels gänzlich zu verhüten, ſondern die Reſultate ähnlich ſcheinender Verſuche fielen auch ſo verſchieden und ungewiß aus, daß ich oftmals gar nicht im Stande war, dieſe auſſerordentlichen Verſchiedenheiten in Anſchlag zu bringen. Ich wurde indeß zuletzt auf eine Vermuthung geleitet, die ich nachmals als hinreichend fand, zu ſchließen, welches die wirkliche Urſache dieſer Veränderungen und aller der erſtern Schwierigkeiten war, die die Beſtimmung der Gewalt des losgezündeten Schießpulvers, auf die Methoden, die ich bisher angewandt hatte, begleitete.

Man hat allgemein, nach Robins, geglaubt, ß die Gewalt des losgezündeten Schießpulvers in r Wirkung eines immerfort elaſtiſchen Fluidums be- he, das in verſchiedenerlei Rückſicht mit der gemei- n atmoſphäriſchen Luft Aehnlichkeit habe; welches großer Menge, aus dem verbrennenden Pulver eugt, und mehrentheils in einem ſehr zuſammen- preßten Zuſtande, wobei auch noch ſeine Elaſtizität rch die Hitze vermehrt wird, (die ſich ebenfalls durch Verbrennung bildet,) mit großer Heftigkeit durch e Oeffnung entweicht, und den lauten Knall und e die ſchrecklichen Wirkungen hervorbringt, die eine ploſion des Schießpulvers begleiten.

Allein wenn gleich dieſe Theorie viel für ſich hat, d bei einer oberflächlichen Anſicht der Sache, alle ſcheinungen befriedigend zu erklären ſcheint, ſo zeigt ch eine ſorgfältigere Unterſuchung, daß ſie mangel- ft iſt. Es iſt kein Zweifel, daß permanent elaſtiſche üſſigkeiten, die bei der Verbrennung von Schieß- ver erzeugt werden, zu den Wirkungen mit beitragen, die aus deſſen Exploſion entſtehen; jedoch rd ſich, wie ich glaube, finden, ſobald man die rkliche Expanſivkraft des entzündeten Schießpulvers ſtimmt, daß dieſe Urſache allein zu den wirklich her- rgebrachten Wirkungen gar nicht paſſend gefunden rden kann, und daß man aus dieſem Grunde noth-

wendig die Wirkung irgend einer andern Kraft zu Hülfe nehmen müſſe.

Robins hat gezeigt, daß, wenn alle permanent elaſtiſche Flüſſigkeit, bei der Verbrennung des Schießpulvers in den urſprünglich durch das Pulver eingenommenen Raum eingeengt, und wenn dieſer ſo zuſammengedrückte Dampf bis zu dem intenſiven Hitzgrade von glühendem Eiſen erhitzt wird, die elaſtiſche Kraft deſſelben in dieſem Falle tauſendmal größer, als der mittlere Druck der atmoſphäriſchen Luft ſey; und dieſes iſt auch, ſeiner Theorie zufolge, das wirkliche Maaß des in einer Höhlung abgefeuerten Schießpulvers, die es völlig ausfüllt.

Was wird aber aus dieſer Theorie, und aus allen den Vorausſetzungen werden, auf welche ſie gegründet iſt, wenn es uns gelingt, zu beweiſen, wie ich ſolches zur Genüge zu bewerkſtelligen hoffe, daß die Gewalt des losgezündeten Schießpulvers ſtatt 1000mal größer zu ſeyn, zum geringſten 50,000mal größer, als der mittlere Druck der Atmoſphäre angenommen werden muß?

Ich für mein Theil kenne keinen andern Weg, von dieſer ungeheuren Gewalt eine Urſache anzugeben, als daß ich annehme, ſie ſey vorzüglich aus der Elaſtizität

des wäßrigten Dampfes entſtanden, der durch das Pulver bei deſſen Verbrennung erzeugt wurde. Die glänzenden Entdeckungen der neuern Chemiker haben uns gelehrt, daß die beiden conſtituirenden Beſtandtheile, aus welchen das Waſſer zuſammengeſetzt iſt, und ſogar Waſſer ſelbſt in den Beſtandtheilen vorhanden ſey, die mit einander verbunden werden, um Schießpulver zu bilden; und wir haben vielen Grund, anzunehmen, daß bei deſſen Verbrennung Waſſerdampf oder Dunſt wirklich gebildet werde. Ich weiß, daß Lavoiſier glaubte, die Gewalt des losgezündeten Schießpulvers hänge größtentheils von der Expanſivkraft des ungebundenen Wärmeſtoffes ab, der, wie er annahm, während der Verbrennung oder Einäſcherung des Schießpulvers, in großer Menge in Freiheit geſetzt würde; allein, es iſt nicht allein gefährlich, die Wirkung eines Agens anzunehmen, deſſen Exiſtenz noch nicht deutlich hat bewieſen werden können, ſondern es ſcheint mir auch dieſe Annahme gänzlich unnöthig; die elaſtiſche Kraft des erhitzten Waſſerdampfes, deſſen Daſeyn doch gewiß nicht bezweifelt werden kann, ſcheint mir völlig hinreichend, alle Erſcheinungen zu erklären. *)

*) Hier ſcheint ſich der Herr Verf. zu täuſchen, indem ja immer der ſogenannte Wärmeſtoff das Agens bleiben kann, das ſich nur mit dem in Dunſt verwandelten Waſſer verbunden zu haben braucht, um durch dieſes

Es iſt ſehr gut bekannt, daß die Elaſtizität des Waſſerdampfes durch eine gegebene Erhöhung der Temperatur weit mehr erhöht wird, als die irgend einer permanent elaſtiſchen Flüſſigkeit; nur die, welche mit der bewundernswürdigen Gewalt des Dampfes bekannt ſind, der nur wenige Grads über den Siedpunkt erhitzt zu werden braucht, können leicht einſehen, daß deſſen Elaſtizität faſt unendlich ſeyn müſſe, wenn er ſtark zuſammengepreßt, und bis zur Temperatur des glühenden Eiſen erhitzt worden: dieſen Grad von Hitze muß er aber ohne Zweifel bei der Exploſion des Schießpulvers erlangen. Wenn aber nun die Gewalt des losgezündeten Schießpulvers vorzüglich aus der elaſtiſchen Kraft des wäßrigen Dunſtes entſteht, ſo iſt eine Kanone nichts weiter, als eine Dampfmaſchine von eigener Vorrichtung; und bei der Beſtimmung des Verhältniſſes der Elaſtizität dieſes Dampfes zu ſeiner Dichtigkeit und Temperatur, wird man ein

Vehikel deſto beſſer zu wirken. Wenn es gleich wahr iſt, daß man die Exiſtenz dieſes Wärmeſtoffes noch nicht bewieſen hat, ſo leidet es doch wohl keinen Zweifel, daß das Feuer oder die Hitze allein die Urſachen des Dampfes, und folglich immer wieder der Exploſion ſeyn müſſen, man mag ſich dieſes Element nun einfach oder zuſammengeſetzt denken. Waſſerdampf iſt immer nichts, als eine Verbindung aus Waſſer und Feuer.

A. d. Ueb.

Geſetz erhalten können, das von dem, von Robins in deſſen Treatiſe on Gunnery aufgeſtellten, ſehr verſchieden ausfällt. Welches dieſes Geſetz wirklich ſey, behaupte ich keinesweges mit dem Grade von Genauigkeit beſtimmt zu haben, den ich wohl wünſchte: allein die Verſuche, von denen ich jetzt eben einige Nachricht mitgetheilt habe, beweiſen, meiner Meynung nach, auf die überzeugendſte Art, nicht bloß, daß die Gewalt des losgezündeten Schießpulvers in der That weit größer iſt, als man ſich bisher einbildete, ſondern auch, daß dieſe Gewalt hauptſächlich in der temporären Wirkung einer nicht permanent elaſtiſchen Flüſſigkeit beſteht, und daß folglich alle bisher vorgebrachten Theorieen zur Erläuterung dieſer Sache weſentlich irrig waren.

Der erſte Schritt zur Erlangung von Kenntniſſen iſt ohne Zweifel der, welcher uns zu der Entdeckung eines Irrthumes in angenommenen Meynungen führt. Einem fleißigen Unterſucher iſt jede gemeine Operation im gewöhnlichen praktiſchen Leben ein Experiment, von welchem aus er verſucht eine neue Thatſache zu entdecken, oder das Reſultat voriger Unterſuchungen zu beſtätigen.

Da ich mehrere Jahre hindurch mit der Unterſuchung der Gewalt des Schießpulvers beſchäftigt geweſen, ſo fand ſich gelegentlich manche Gelegenheit, um

ter den verſchiedenſten Umſtänden die verſchiedenen Wirkungen, die bei deſſen Exploſion hervorgebracht werden, zu beobachten; und da mir eine lange Uebung, über dieſen Gegenſtand nachzudenken, jeden darauf Bezug habenden Umſtand merkwürdig machte, ſo ergriff ich ſolche Gelegenheiten begierig, und unterſuchte alle die verſchiedenen Erſcheinungen mit gleicher und unermüdeter Aufmerkſamkeit.

Während ich einſt, als Volontär, auf dem Victory, mit der brittiſchen Flotte unter dem Commando meines ſeligen Freundes, Sir Charles Hardy im Jahre 1779 kreuzte, hatte ich manche Gelegenheit, dem Abfeuern von ſchwerem Geſchütze beizuwohnen: denn wenn wir gleich nicht ſo glücklich waren, mit dem Feinde eine allgemeine Aktion zu beſtehen, wie ſolches genugſam bekannt iſt, ſo hatte ich doch, da die Leute oft mit dem großen Geſchütze geübt wurden, und da einige meiner Freunde auf der Flotte, damals noch Hauptleute (nachherige Admirals), wie z. B. die Herren Keith Stewart, der den Berwik von 74 Kanonen commandirte — Charles Douglas, Commandeur des Duke von 98 Kanonen — und Admiral Macbride, damaliger Kapitän des Bienfaiſant von 64 Kanonen, ſo gefällig waren, auf mein Verlangen, mehrere Verſuche anzuſtellen, und ins beſondere eine größere Menge Kugeln mit einemmale aus ihren ſchweren Kanonen abzufeuern, als je

Man hat allgemein, nach Robins, geglaubt, daß die Gewalt des losgezündeten Schießpulvers in der Wirkung eines immerfort elaſtiſchen Fluidums beſtehe, das in verſchiedenerlei Rückſicht mit der gemeinen atmoſphäriſchen Luft Aehnlichkeit habe; welches in großer Menge, aus dem verbrennenden Pulver erzeugt, und mehrentheils in einem ſehr zuſammengepreßten Zuſtande, wobei auch noch ſeine Elaſtizität durch die Hitze vermehrt wird, (die ſich ebenfalls durch die Verbrennung bildet,) mit großer Heftigkeit durch jede Oeffnung entweicht, und den lauten Knall und alle die ſchrecklichen Wirkungen hervorbringt, die eine Exploſion des Schießpulvers begleiten.

Allein wenn gleich dieſe Theorie viel für ſich hat, und bei einer oberflächlichen Anſicht der Sache, alle Erſcheinungen befriedigend zu erklären ſcheint, ſo zeigt doch eine ſorgfältigere Unterſuchung, daß ſie mangelhaft iſt. Es iſt kein Zweifel, daß permanent elaſtiſche Flüſſigkeiten, die bei der Verbrennung von Schießpulver erzeugt werden, zu den Wirkungen mit beitragen, die aus deſſen Exploſion entſtehen; jedoch wird ſich, wie ich glaube, finden, ſobald man die wirkliche Expanſivkraft des entzündeten Schießpulvers beſtimmt, daß dieſe Urſache allein zu den wirklich hervorgebrachten Wirkungen gar nicht paſſend gefunden werden kann, und daß man aus dieſem Grunde noth-

lich angenommene Theorie die Explosion des Schießpulvers außerordentlich falſch, und daß deſſen Gewalt in der That weit größer ſey, als man ſich insgemein einbildet. Daß ferner der Satz von Robins, wo er annimmt, die Entzündung und Verbrennung des Schießpulvers ſey ſo augenblicklich, „daß die ganze „Ladung eines Stückes ſchweren Geſchützes wirklich „entzündet und in Dampf verwandelt werde, ehr die „Kugel noch merklich von ihrem Platze gewichen,“ weit davon entfernt iſt, wahr zu ſeyn; und daß das Verhältniß der Elaſtizität des erzeugten Dampfes zu ſeiner Dichtigkeit, oder zu dem Raume, den es einnimmt, wie es ſich ausdehnt, von dem ſehr verſchieden ausfalle, das Robins aufgeſtellt hat.

Die von dieſem Schriftſteller zur Berechnung der Geſchwindigkeiten der Kugeln aufgeſtellten Regeln, aus ihrem Gewichte, den bekannten Dimenſionen des Gewehres, und den zur Ladung gebrauchten Pulverquantitäten, können dieſe Geſchwindigkeiten ſehr oft der Wahrheit ziemlich nahe angeben, und thun es auch ſicher; allein es giebt dieſes keinen Beweis ab, daß die Grundſätze, auf welche ſich dieſe Berechnungen ſtützen, richtig ſeyen; denn es kann leichtlich der Fall eintreten, daß eine Verbindung von irrigen Annahmen einander ſo die Waage hält, daß das Reſultat einer Ausrechnung, die darauf gegründet worden, demohngeachtet ſehr nahe an die Wahrheit trifft; und

nirgend fällt dieſer Fall häufiger vor, als wenn man die Thätigkeit von Kräften aus bekannten Wirkungen, die dadurch hervorgebracht werden, berechnet.

Denn es iſt, im Ganzen genommen, nicht ſchwer, Grundſätze aufzuſtellen, welche, zuſammengenommen, in den bekannteſten und gemeinſten Fällen völlig den verlangten Bedingungen entſprechen. Wenn aber in ſolchen Fällen die Wahrheit in Bezug auf einen dieſer angenommenen Sätze entdeckt, und ſtatt dem irrigen an deſſen Platz geſetzt wird, ſo muß die Trüglichkeit der ganzen Hypotheſe ſogleich offenbar werden.

Da ich die Verſuche erwähnt habe, welche mit dem ſchweren Geſchütz angeſtellt wurden, die mich wegen ihrer Reſultate verleiteten, ſolche wichtige Folgerungen in Bezug auf die Natur der Ausdehnung des bei der Verbrennung des Schießpulvers erzeugten Dampfes zu ziehen; ſo möchte man vielleicht, und in der That mit einigem anſcheinenden Grunde, fragen, welche Umſtände denn dieſe Verſuche begleitet haben, daß ſie einen ſo wichtigen Schluß rechtfertigten, daß die gewöhnlich in dieſen Fällen angenommene Theorie trüglich ſey. Ich antworte kürzlich hierauf, daß, was die vermeinte augenblickliche Entzündung des Schießpulvers betrifft, auf welcher doch das ganze Gebäude dieſer Theorie beruht, oder worauf ſich alle Berechnungen gründen, mich eine ſorgfältige Aufmerkſamkeit

auf alle die Erſcheinungen, die beim Losfeuern einer Kanone eintreten, dahin geleitet haben, zu vermuthen, oder eigentlich richtiger, meinen erſten Verdacht zu beſtätigen, daß, ſo ſchnell auch die Entzündung des Schießpulvers immer ſeyn mag, deſſen gänzliche Verbrennung bei weitem nicht ſo plötzlich ſey, als dieſe Theorie vorausſetzt. Wenn eine große Kanone auf gewöhnliche Weiſe abgefeuert wird, das heißt, wenn man das Zündloch locker mit Pulver anfüllt, und die Kanone mit einer Lunte losbrennt, ſo iſt die Zeit, die zum Durchgange der Entzündung durch das Zündloch in die Kammer des Gewehres verbraucht wird, völlig bemerkbar, und es wird dieſelbe Zeit augenſcheinlich kürzer, ſobald der Lauf durch wiederholtes Abfeuern erhitzt worden. Mit der nemlichen Ladung iſt der Rückprall einer Flinte (und folglich auch die Geſchwindigkeit von deren Kugel) größer, nachdem der Lauf durch das wiederholte Abſchießen erhitzt worden iſt, als da, wo er noch kalt war. Die Geſchwindigkeit der Kugel wird außerordentlich vermehrt, wenn die Kanone durch eine Zündröhre abgefeuert worden, oder wenn man eine Piſtole loszündet, die mit Pulver in einem offenen Zündloche geladen war, als wenn daſſelbe locker mit Zündpulver gefüllt wurde. Die Geſchwindigkeit von zwei, drei oder mehr paſſenden Kugeln, die man mit einemmale von einem Stücke Geſchützes abſchießt, iſt im Vergleich zu der Geſchwindigkeit einer einzigen Kugel, die durch die nemliche Quan-

Geſetz erhalten können, das von dem, von Robins in deſſen Treatiſe on Gunnery aufgeſtellten, ſehr verſchieden ausfällt. Welches dieſes Geſetz wirklich ſey, behaupte ich keinesweges mit dem Grade von Genauigkeit beſtimmt zu haben, den ich wohl wünſchte: allein die Verſuche, von denen ich jetzt eben einige Nachricht mitgetheilt habe, beweiſen, meiner Meynung nach, auf die überzeugendſte Art, nicht bloß, daß die Gewalt des losgezündeten Schießpulvers in der That weit größer iſt, als man ſich bisher einbildete, ſondern auch, daß dieſe Gewalt hauptſächlich in der temporären Wirkung einer nicht permanent elaſtiſchen Flüſſigkeit beſteht, und daß folglich alle bisher vorgebrachten Theorieen zur Erläuterung dieſer Sache weſentlich irrig waren.

Der erſte Schritt zur Erlangung von Kenntniſſen iſt ohne Zweifel der, welcher uns zu der Entdeckung eines Irrthumes in angenommenen Meynungen führt. Einem fleißigen Unterſucher iſt jede gemeine Operation im gewöhnlichen praktiſchen Leben ein Experiment, von welchem aus er verſucht eine neue Thatſache zu entdecken, oder das Reſultat voriger Unterſuchungen zu beſtätigen.

Da ich mehrere Jahre hindurch mit der Unterſuchung der Gewalt des Schießpulvers beſchäftigt geweſen, ſo fand ſich gelegentlich manche Gelegenheit, um

lich auf dieſe Weiſe die wirkliche Gewalt des Dampfes meſſen könnte.

Der Gedanke, die Gewalt des entzündeten Schießpulvers auf dieſe Weiſe zu beſtimmen, kam mir ſchon vor mehreren Jahren ein; allein da hierzu ein ſehr weitläufiger und koſtſpieliger Apparat erfodert wurde, um jenen Gedanken zu realiſiren, ſo konnte ich nicht eher als im Jahre 1792 die Verſuche, die ich jetzt beſchreiben werde, ins Werk ſetzen, wo ich den Befehl erhielt, die Armee ſeiner churfürſtlichen Durchlaucht, des Churfürſten von Pfalzbatern, in Stand zu ſetzen; ich konnte jetzt alle Quellen des Militärzeughauſes benutzen, und war auch dabei ſo glücklich, eine große Anzahl ſehr geſchickter Künſtler, mit der Erlaubniß und Approbation ſeiner churfürſtlichen Durchlaucht, in meine Dienſte zu nehmen. Da dieſe Verſuche nicht blos an und für ſich und in ihren Reſultaten wichtig ſind, ſondern da es auch, meiner Meynung nach, die erſten in ihrer Art ſeyn mögen, ſo will ich bei meiner Erzählung derſelben ſo ſehr ins Einzelne gehen, wie möglich, und auch bei der Beſchreibung des Apparates das nemliche beobachten.

Nachdem eine Schwierigkeit beſeitigt war, nemlich die, dem Pulver Feuer ohne eine Communikation mit der äußern Luft beizubringen, indem man die dazu beſtimmte Hitze nöthigte, durch die ſolide Gab-

ſtanz des Laufes durchzudringen; ſo blieb bloß noch übrig, ein ſolches Gewicht an eine in den Lauf gemachte Oeffnung anzubringen, daß der erzeugte Dampf nicht mehr fähig wäre, daſſelbe zu lüften oder zu verrücken. Allein, um dieß zu thun, waren mancherlei Vorſichtsregeln nothwendig. Denn, erſtlich, da die Gewalt des losgezündeten Schießpulvers ſo erſtaunlich groß iſt, ſo war es nöthig, ein ungeheueres Gewicht zu deſſen Einſchließung anzuwenden; denn obwohl durch das Verkleinern der Oeffnung das Gewicht in dem nemlichen Maaße vermindert wurde, ſo war es doch nöthig, dieſe Oeffnung von einer gewiſſen Größe zu machen, weil ſonſt die Verſuche nicht hinlänglich befriedigend ausgefallen ſeyn würden; und es war auch nothwendig, den Träger oder die Baſis, worauf der Lauf geſetzt werden ſollte, ſehr ſchwer und feſt zu verfertigen, um Irrungen vorzubeugen, die unvermeidlich aus deſſen Mangel an Feſtigkeit oder Elaſtizität entſprungen ſeyn würden.

Die auf der angefügten (vierten) Kupfertafel befindlichen Abbildungen geben von dem ganzen Apparat, deſſen ich mich bei dieſen Verſuchen bediente, eine deutliche Idee. A (Fig. 1.) ſtellt einen ſoliden Block von ſehr hartem Steine vor, der 4 Fuß 4 Zoll im Quadrat hielt, und auf ein ſehr feſtes Mauerwerk geſtellt wurde, welches ſechs Fuß unter die Oberfläche der Erde hinab gieng. Auf dieſen ſteinernen Block,

lich auf dieſe Weiſe die wirkliche Gewalt des Dampfes meſſen könnte.

Der Gedanke, die Gewalt des entzündeten Schießpulvers auf dieſe Weiſe zu beſtimmen, kam mir ſchon vor mehreren Jahren ein; allein da hierzu ein ſehr weitläufiger und koſtſpieliger Apparat erfodert wurde, um jenen Gedanken zu realiſiren, ſo konnte ich nicht eher als im Jahre 1792 die Verſuche, die ich jetzt beſchreiben werde, ins Werk ſetzen, wo ich den Befehl erhielt, die Armee ſeiner churfürſtlichen Durchlaucht, des Churfürſten von Pfalzbaiern, in Stand zu ſetzen; ich konnte jetzt alle Quellen des Militärzeughauſes benutzen, und war auch dabei ſo glücklich, eine große Anzahl ſehr geſchickter Künſtler, mit der Erlaubniß und Approbation ſeiner churfürſtlichen Durchlaucht, in meine Dienſte zu nehmen. Da dieſe Verſuche nicht blos an und für ſich und in ihren Reſultaten wichtig ſind, ſondern da es auch, meiner Meynung nach, die erſten in ihrer Art ſeyn mögen, ſo will ich bei meiner Erzählung derſelben ſo ſehr ins Einzelne gehen, wie möglich, und auch bei der Beſchreibung des Apparates das nemliche beobachten.

Nachdem eine Schwierigkeit beſeitigt war, nemlich die, dem Pulver Feuer ohne eine Communikation mit der äußern Luft beizubringen, indem man die dazu beſtimmte Hitze nöthigte, durch die ſolide Gal-

nirgend fällt dieſer Fall häufiger vor, als wenn man die Thätigkeit von Kräften aus bekannten Wirkungen, die dadurch hervorgebracht werden, berechnet.

Denn es iſt, im Ganzen genommen, nicht ſchwer, Grundſätze aufzuſtellen, welche, zuſammengenommen, in den bekannteſten und gemeinſten Fällen völlig den verlangten Bedingungen entſprechen. Wenn aber in ſolchen Fällen die Wahrheit in Bezug auf einen dieſer angenommenen Sätze entdeckt, und ſtatt dem irrigen an deſſen Platz geſetzt wird, ſo muß die Trüglichkeit der ganzen Hypotheſe ſogleich offenbar werden.

Da ich die Verſuche erwähnt habe, welche mit dem ſchweren Geſchütz angeſtellt wurden, die mich wegen ihrer Reſultate verleiteten, ſolche wichtige Folgerungen in Bezug auf die Natur der Ausdehnung des bei der Verbrennung des Schießpulvers erzeugten Dampfes zu ziehen; ſo möchte man vielleicht, und in der That mit einigem anſcheinenden Grunde, fragen, welche Umſtände denn dieſe Verſuche begleitet haben, daß ſie einen ſo wichtigen Schluß rechtfertigten, daß die gewöhnlich in dieſen Fällen angenommene Theorie trüglich ſey. Ich antworte kürzlich hierauf, daß, was die vermeinte augenblickliche Entzündung des Schießpulvers betrifft, auf welcher doch das ganze Gebäude dieſer Theorie beruht, oder worauf ſich alle Berechnungen gründen, mich eine ſorgfältige Aufmerkſamkeit

ich auf dieſe Weiſe die wirkliche Gewalt des Dampfes meſſen könnte.

Der Gedanke, die Gewalt des entzündeten Schießpulvers auf dieſe Weiſe zu beſtimmen, kam mir ſchon vor mehreren Jahren ein; allein da hierzu ein ſehr weitläufiger und koſtſpieliger Apparat erfodert wurde, um jenen Gedanken zu realiſiren, ſo konnte ich nicht eher als im Jahre 1792 die Verſuche, die ich jetzt beſchreiben werde, ins Werk ſetzen, wo ich den Befehl erhielt, die Armee ſeiner churfürſtlichen Durchlaucht, des Churfürſten von Pfalzbaiern, in Stand zu ſetzen; ich konnte jetzt alle Quellen des Militärzeughauſes benutzen, und war auch dabei ſo glücklich, eine große Anzahl ſehr geſchickter Künſtler, mit der Erlaubniß und Approbation ſeiner churfürſtlichen Durchlaucht, in meine Dienſte zu nehmen. Da dieſe Verſuche nicht blos an und für ſich und in ihren Reſultaten wichtig ſind, ſondern da es auch, meiner Meynung nach, die erſten in ihrer Art ſeyn mögen, ſo will ich bei meiner Erzählung derſelben ſo ſehr ins Einzelne gehen, wie möglich, und auch bei der Beſchreibung des Apparates das nemliche beobachten.

Nachdem eine Schwierigkeit beſeitigt war, nemlich die, dem Pulver Feuer ohne eine Communikation mit der äußern Luft beizubringen, indem man die dazu beſtimmte Hitze nöthigte, durch die ſolide Gas-

ſtanz des Laufes durchzudringen; ſo blieb bloß noch übrig, ein ſolches Gewicht an eine in den Lauf gemachte Oeffnung anzubringen, daß der erzeugte Dampf nicht mehr fähig wäre, daſſelbe zu lüften oder zu verrücken. Allein, um dieß zu thun, waren mancherlei Vorſichtsregeln nothwendig. Denn, erſtlich, da die Gewalt des losgezündeten Schießpulvers ſo erſtaunlich groß iſt, ſo war es nöthig, ein ungeheueres Gewicht zu deſſen Einſchließung anzuwenden; denn obwohl durch das Verkleinern der Oeffnung das Gewicht in dem nemlichen Maaße vermindert wurde, ſo war es doch nöthig, dieſe Oeffnung von einer gewiſſen Größe zu machen, weil ſonſt die Verſuche nicht hinlänglich befriedigend ausgefallen ſeyn würden; und es war auch nothwendig, den Träger oder die Baſis, worauf der Lauf geſetzt werden ſollte, ſehr ſchwer und ſolid zu verfertigen, um Irrungen vorzubeugen, die unvermeidlich aus deſſen Mangel an Feſtigkeit oder Elaſtizität entſprungen ſeyn würden.

Die auf der angefügten (vierten) Kupfertafel befindlichen Abbildungen geben von dem ganzen Apparat, deſſen ich mich bei dieſen Verſuchen bediente, eine deutliche Idee. A (Fig. 1.) ſtellt einen ſoliden Block von ſehr hartem Steine vor, der 4 Fuß 4 Zoll im Quadrat hielt, und auf ein ſehr feſtes Mauerwerk geſtellt wurde, welches ſechs Fuß unter die Oberfläche der Erde hinab ging. Auf dieſen ſteinernen Block,

der der ganzen Maſchinerie zur Unterlage diente, wurde der Lauf B von geſchmiedetem Eiſen, auf ſeine Unterlage C gebracht, welche aus gegoſſenem Erz oder vielmehr Kanonenmetall verfertigt worden; dieſe Unterlage wurde abermals auf eine Platte von geſchmiedetem Eiſen D, die acht Zoll im Durchmeſſer und 1 Zoll in der Dicke hielt, geſetzt, und dieſe ſelbſt ruhte erſt eigentlich auf dem Steinblocke. Die Mündung des Laufes (der vertikal aufgerichtet wurde), hielt gerade einen Viertelszoll im Durchmeſſer, und wurde durch eine ſolide Halbkugel E von gehärtetem Stahl verſchloſſen, deren Durchmeſſer 1.16 Zoll betrug. Auf dieſer Halbkugel ruhte das Gewicht F, welches gebraucht ward, um den durch das Schießpulver, bei deſſen Verbrennung erzeugten elaſtiſchen Dampf einzuſchließen. Dieſes Gewicht, (welches bei einigen der intereſſanteſten Verſuche eine metallene Kanone, ein ſchwerer Vierundzwanzigpfünder war, der vertikal geſtellt wurde, wie er abgebildet iſt,) wurde an die Balken GG befeſtigt, die eine Art von Laffette für daſſelbe bildeten, und war hinauf und herunter beweglich. Die Enden dieſer Balken waren in Löchern beweglich, welche man in die Vertikalbalken KK gemacht hatte, und dieſe letztern wurden unten in Löcher befeſtigt, welche in den ſteinernen Block gehauen worden waren, und oben durch ein Querſtück L. Das ganze Gebäude war mittelſt eiſerner Klammern und Bänder mit den dicken Mauern des Arſenalgebäudes verbunden. Die

ſes Gewicht wurde nach Gelegenheit während des Verlaufes der Verſuche durch einen ſtarken Hebebaum in die Höhe gehoben und niedergelaſſen, (wenn man den Lauf einbrachte oder entfernte), den man nicht mit bei der Zeichnung angebracht hat, um dieſelbe einfacher zu machen. Der Lauf, von dem ein Durchſchnitt bei Fig. 2. in ſeiner natürlichen Größe zu ſehen, iſt 2.78 Zoll lang, und hält 2.82 Zoll an ſeinem untern Ende, wo er auf ſeiner Unterlage ruht, im Durchmeſſer. Weiter hinauf nimmt dieſer etwas ab, und nach oben zu iſt er mehr abgerundet. Seine Höhlung, die, wie ich ſchon bemerkt habe, nur $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmeſſer beträgt, iſt 2.13 Zoll lang, und endigt ſich nach unten zu in eine ſehr kleine Oeffnung, die nicht mehr als 0.07 eines Zolles im Durchmeſſer hält, und 1.715 Zoll lang iſt, und das Zündloch bildet, (wenn es erlaubt iſt, einer Röhre dieſen Namen beizulegen, welche nicht an beiden Enden offen iſt,), durch welches das Feuer der Ladung mitgetheilt wird. Aus dem Mittelpunkte des Bodens des Laufes zeigt ſich ein hervorgehendes Stück von ohngefähr 0.45 eines Zolles im Durchmeſſer, und 1.3 Zoll lang, welches die Zündröhre V bildet.

2. ſtellt eine eiſerne Kugel W vor, welche glühend gemacht, und dann der Zündröhre, durch die zu dieſem Endzweck gemachte Oeffnung O, eingepaßt wird, wodurch ſich das Feuer, durch die ſolide Sub-

ſtanz der Zündröhre dem darinne enthaltenen Pulver; und von da aus der ganzen übrigen Ladung mittheilt.

Fig. 4, welche nach einem Maaßſtabe von zwei Zoll zu einem, oder der halben Größe der Maſchiene, gezeichnet iſt, zeigt, wie der Lauf B auf ſeine Unterlage C geſtellt iſt; wie dieſer letztere wiederum auf der runden Eiſenplatte D liegt, und wie die glühende eiſerne Kugel W der Zündröhre V applizirt wird. Dieſe Kugel wurde mittelſt einer langen Handhabe von Eiſen, h, angefaßt, und durch die runde Oeffnung g in die Unterlage gebracht, wo man ſie dann, ſobald ſie an die Zündröhre V angebracht war, mittelſt eines Keiles oder vielmehr Hebels l, deſſen äußeres Ende in der Zeichnung abgebrochen vorgeſtellt iſt, um den Platz zu ſparen, in ihrer Lage erhalten wird. Die vordere runde Oeffnung der Unterlage ſieht man auf der erſten Figur von vorn, und daher deutlicher. In dieſer Abbildung kann man das Ende der Zündröhre gleichfalls durch dieſe Oeffnung bemerken; da es indeß nothwendig war, ſelbige Zeichnung ſehr zu verkleinern, damit der ganze Apparat vollſtändig dargeſtellt werden könne, ſo war es nicht möglich, die kleineren Theile ſämmtlich mit der Deutlichkeit darzuſtellen, die ich wünſchte. Die andern Abbildungen, die hierzu gehören, und die einzelnen Theile abgeſondert vorſtellen, werden hoffentlich dieſen Mangel erſetzen.

Der Träger, oder die Unterlage, wie ich ihn genannt habe, auf welchen der Lauf geſetzt wurde, iſt rund, und, damit er beſſer und feſter in die eiſerne Platte, auf welcher er ruht, eingepaßt werden könne, iſt dieſe mit einem hervorſtehenden Zapfen p, von einem Zoll Länge und anderthalb im Durchmeſſer, verſehen, der in eine Höhlung geht, die deßwegen in die Unterlage gemacht worden, um ihn aufzunehmen.

Fig. 5. giebt eine Anſicht des Laufes von oben her, wo man die hervorſtehenden Schrauben, oder vielmehr Cylinder, ſehen kann, durch welche die Halbkugel E Fig. 2., welche das Ende des Laufes verſchloß, feſt gehalten wurde. Zwei dieſer Schrauben, 1, 2, ſieht man auf der zweiten und vierten Figur.

Der kleinere Zirkel a, b Fig. 5. zeigt den Durchmeſſer einer runden Platte von Gold, die in das Ende des Laufes hineingelaſſen wurde, und feſt an das Eiſen angelöthet war.

Der größere Zirkel c d ſtellt eine runde Scheibe von mit Oel getränktem Leder vor, die zwiſchen das Ende des Laufes und die darauf ruhende Halbkugel gebracht wurde.

Das Ende des Laufes war mit Gold bedeckt, um

deſſen Zerfreſſung durch den elaſtiſchen Dampf ſoviel als möglich vorzubeugen) da dieſer Dampf, wenn das Gewicht nicht ſchwer genug iſt, um ihn völlig einzuſchließen, zwiſchen dem Ende des Laufes und der flachen Oberfläche der Halbkugel durchwiſcht; allein es fand ſich, daß auch ſelbſt dieſe Vorſicht nicht hinreichend war, um den Apparat vor Schaden zu beſchützen. Der ſcharfe Rand des Laufes an dem inneren Rande ſeiner Höhlung war faſt im Augenblicke verzehrt, und ſelbſt die flache Oberfläche der Halbkugel, obgleich ſie von gehärtetem Stahl und äußerſt gut polirt war, merklich zerfreſſen.

Dieſe Zerfreſſungen an der Mündung des Laufes, welche die Dimenſionen der Oberfläche, auf welche die erzeugte elaſtiſche Flüſſigkeit wirkte, ſehr ungewiß machten, würden allein ſchon hingereicht haben, alle meine Verſuche, die Gewalt des entzündeten Schießpulvers zu beſtimmen, als mißlungen zu erklären, hätte ich nicht Mittel gefunden, das Uebel zu heilen.

Die Verfahrungsart, welche ich zu dieſem Endzweck anwandte, war folgende. Nachdem ich mich mit einigen Stücken guten feſten Sohlenleders verſehen hatte, ließ ich dieſelben auf einem Amboße mit einem ſchweren Hammer ſchlagen, um ſie noch feſter zu machen; hierauf wurden aus dieſem Leder mittelſt einer Maſchine, die ich dazu hatte verfertigen laſſen,

cylindriſche Stöpſel, genau von dem nemlichen Durchmeſſer, wie die Mündung des Laufes, und von 0.13 eines Zolles in der Länge, (das heißt, gerade ſo viel, als die Dicke des Leders austrug,) daraus gemacht; und ein ſolcher Stöpſel, der vorher mit Talg geſchmiert warden, in die Mündung des Laufes, nachdem das Pulver in ſelbigen ſchon hineingebracht war, ſgepaßt, und ſo weit in dieſen hineingedrückt, bis deſſen obere Fläche mit dem Rande des Laufes in einer Linie ſtand. Sobald nun die Exploſion vor ſich gieng, verſchloß dieſer Stöpſel (der von der einen Seite durch den erzeugten elaſtiſchen Dampf, von der andern durch die, mit dem ganzen zur Einpreſſung des Pulvers beſtimmten Gewichte belaſtete Halbkugel gepreßt wurde,) den Lauf ſo vollkommen, daß, wenn die Gewalt des Schießpulvers nicht hinreichte, um das Gewicht ſo zu heben, daß der Stöpſel wirklich aus dem Laufe herausgeblaſen wurde, kein Theilchen des erzeugten Dampfes davon weichen konnte. Und in denjenigen Fällen, wo das Gewicht wirklich aufgehoben wurde, und der erzeugte Dampf einen Ausweg nahm, zerſtörte er den Lauf an keinem anderen Punkte, als gerade am äußerſten Rande der Mündung, und es wurde daher der Verſuch, mittelſt welchem beſtimmt werden ſollte, wie groß das Gewicht gerade ſeyn müſſe, welches dem Druck der erzeugten elaſtiſchen Flüſſigkeit die Wage zu halten hätte, keinesweges verdorben, weder durch den ver-

größerten Durchmeſſek des äußeren Endes der Mündung, noch auch durch eine Zerfreſſung der Halbkugel ſelbſt; denn ſo lange der Lauf ſeine Geſtalt und ſeine Dimenſionen innerhalb des Raumes behielt, innerhalb welchem die Gewalt des erzeugten elaſtiſchen Dampfes eingeſchloſſen war, das heißt, in dem Theile des Laufes, der mit dem untern Theile des Stöpſels in unmittelbarer Berührung ſtand, konnte der Verſuch durch keine Unvollkommenheit der Röhre weder ober- noch unterhalb leiden.

Auf der zweiten und vierten Figur iſt dieſer Stöpſel in ſeiner Lage abgebildet, und Fig. 6. zeigt die Fläche, und Fig. 7. das Profil von einem dieſer Stöpſel in ſeiner natürlichen Größe. Fig. 8. ſtellt ein kleines, aber ſehr nützliches Inſtrument vor, welches gebraucht wurde, um dieſe Stöpſel in den Lauf zu treiben, und beſonders noch, um ſie gelegentlich herauszuziehen: es gleicht einem gemeinen Korkzieher, nur iſt es um vieles kleiner. In der Abbildung (die dieſes Inſtrument in natürlicher Größe zeigt,) iſt es ſo vorgeſtellt, wie es in einen Stöpſel geſchraubt iſt. Fig. 9. zeigt die Fläche und Fig. 10. den Aufriß der Halbkugel von gehärtetem Stahl, in natürlicher Größe, durch welche das Ende des Laufes eingeſchloſſen wurde. In den Abbildungen 2 und 4 iſt der Lauf ſo dargeſtellt, als ob er etwa zur Hälfte mit Pulver gefüllt wäre.

Da ich vermuthe, daß das, was geſagt worden, mit Beihülfe der Abbildungen hinlänglich ſeyn wird, von allen verſchiedenen Theilen dieſes Apparates eine vollkommene Idee zu geben, ſo will ich jetzt fortfahren, die Verſuche ſelbſt mitzutheilen, die von Zeit zu Zeit mit demſelben angeſtellt worden ſind. Und um dieſe einzelnen Beſchreibungen ſo verſtändlich als möglich zu machen, und die Reſultate aller dieſer Unterſuchungen auf eine helle und genugthuende Art zu zeigen, will ich zuerſt eine kürzliche Nachricht von der Verfahrungsart mittheilen, nach welcher die Verſuche angeſtellt wurden; ferner von den mancherlei angewandten Vorſichtsmaaßregeln; und endlich auch noch von den einzelnen Erſcheinungen, die ſich im Verfolg derſelben wahrnehmen ließen.

Das Pulver, deſſen wir uns bei dieſen Verſuchen bedienten, war von der beſten Qualität, ſehr fein gekörnt, und diejenige Sorte, welche die Franzoſen poudre de chaſſe nennen; es wurde ſämmtlich von einem Paket genommen. Wir ſorgten ſehr, es durchaus zu trocknen, und die Luft des Zimmers, in welchem es zum Gebrauch ausgewogen wurde, war ſehr trocken. Das Gewicht, welches zum Auswiegen des Pulvers genommen wurde, waren deutſche Apothekergran, wovon 104.8 ſoviel als 100 Troygewicht ausmachen. Ich habe die zur Einſchließung des durch die Verbrennung des Schießpulvers erzeugten elaſti-

ſchen Dampfes angewandten Gewichte, aus baieriſchen Pfunden, in welchen ſie urſprünglich ausgedrückt waren, in avoirdupoids-Pfunde verwandelt. Die Längenmaaße wurden ſämmtlich nach engliſchen Fußen und Zollen genommen. Alle Verſuche wurden in freier Luft, im fürſtlichen Garten des Zeughauſes zu München vorgenommen; es war bei allen ſchönes Wetter, und ſie giengen zwiſchen neun und zwölf Vormittags, und zwei und fünf Abends vor ſich. Der Lauf wurde jedoch beſtändig in dem Zimmer, wo das Pulver gewogen worden war, geladen, und das Ende deſſelben durch den ledernen Stöpſel verſchloſſen. Wenn man den Lauf auf den Steinblock legte, war man ſehr beſorgt, ihn genau unter den Schwerpunkt des Gewichtes zu ſetzen, das beſtimmt war, den erzeugten Dampf einzuſchließen. Nachdem die glühende Kugel an die Zündröhre angebracht, und durch den Hebel, der ſie unterſtützte, an ihrem Platze fixirt war, erfolgte die Exploſion bald.

Wenn die Gewalt des erzeugten elaſtiſchen Dampfes hinreichte, das Gewicht in die Höhe zu heben, ſo war die Exploſion mit einem ſehr ſcharfen und erſtaunlich lauten Knall begleitet; wenn jedoch das Gewicht nicht gehoben wurde, oder wenn es ſich nur ein kleines wenig bewegte, jedoch nicht ſo viel, daß der lederne Stöpſel gänzlich aus ſeiner Mündung getrieben wurde, und der elaſtiſche Dampf ausweichen konnte, dann

war der Knall in der Entfernung von einigen Schritten kaum hörbar, und glich dem Knalle durchaus nicht, der gewöhnlich eine Exploſion des Schießpulvers begleitet. Er glich mehr dem Geräuſche, welches man hört, wenn man eine kleine Glasröhre zerbricht. Mit etwas beſſerem kann ich ihn nicht vergleichen. Bei verſchiedenen Verſuchen, wo der elaſtiſche Dampf eingeſchloſſen blieb, folgte dieſem ſchwachen Knalle, der die Exploſion des Pulvers begleitete, unmittelbar noch ein anderes Geräuſch, was von dem vorhergehenden gänzlich verſchieden war, und durch das Zurückfallen des Gewichtes auf das Ende des Laufes hervorgebracht zu werden ſchien, nachdem dieſes nemlich ein wenig, aber nicht hinlänglich gehoben worden war, um zuzulaſſen, daß der lederne Stöpſel gänzlich aus dem Laufe herausgetrieben wurde. Bei einigen dieſer Verſuche drang blos ein ſehr kleiner Theil des erzeugten Dampfes heraus; in ſolchen Fällen war der Knall von einer ganz eigenthümlichen Art, und glich, obſchon er auch noch in einer beträchtlichen Entfernung vollkommen hörbar war, doch nicht ganz dem Knall einer Muskete. Es war mehr ein hartes plötzliches Ziſchen, als ein heller, deutlicher und ſcharfer Knall.

Wenn gleich mit der größten Genauigkeit durch den Knall beſtimmt werden konnte, ob ein Theil der erzeugten elaſtiſchen Flüſſigkeit entwichen war, oder nicht, ſo wurde doch zur größeren Vorſicht ein leichtes

Ring von reiner Baumwolle um den Rand der ſtählernen Halbkugel gelegt, welcher nicht verfehlen konnte, das Entweichen von elaſtiſchem Dampfe, durch ſeine alsdann ſchwarze Farbe anzuzeigen, wenn irgend dieſer ſtark genug geweſen war, das Gewicht in die Höhe zu heben, wodurch er eingeſchloſſen wurde, und ſich daher einen Weg in die freie Luft zu bahnen.

Wiewohl der Lauf an ſeiner Mündung mit einer runden Goldplatte bedeckt war, um dieſe Mündung des Laufes beſſer vor den Wirkungen des zerfreſſenden Dampfes zu ſichern, ſo ward dieſe Platte doch im Verlauf der Verſuche ſo verdorben (ein ganzes Stück von ihr war weggeblaſen), daß der überbleibende Theil bei Seite gelegt werden mußte, und ſpäterhin hielten wir es nie für nöthig, ſie durch eine andere zu erſetzen.

Als dieſe Goldplatte weggethan worden war, wurde die Länge des Laufes um ſo weit verkleinert, als die Dicke dieſer Platte betrug, welches ohngefähr $\frac{1}{400}$ eines Zolles ausmachte; damit jedoch dieſe kleine Verringerung auch nicht einmal einen Einfluß auf die Reſultate der Verſuche haben möchte, wurde der Lauf um $\frac{1}{400}$ eines Zolles tiefer gebohrt, ſo daß die Capazität der Hölung die nemliche blieb, wie zuvor.

Nachdem ich mich einer großen Menge von Hülfsmitteln bedient hatte, um die beſte und zweckmäßigſte

Methode ausfindig zu machen, wie man das Ende des Laufes verſchließen, und die flache Oberfläche der ſtählernen Halbkugel vor den zerfreſſenden Dämpfen ſchützen könnte, fand ich dieſe als die vorzüglichſte: Ich bedeckte zuerſt das Ende der Röhre mit einer Scheibe von dünnem geöltem Leder, alsdann legte ich auf ſelbige eine runde Platte von gehämmertem Kupfer und auf dieſe Kupferplatte die flache Oberfläche der eiſernen Halbkugel. Wenn der elaſtiſche Dampf auswich, fand ſich jederzeit ein Theil des Leders weggefreſſen, nie aber an mehr als einer Stelle, das heißt, nur an der einen Seite.

Was mir bei allen dieſen Verſuchen, wo die erzeugte elaſtiſche Flüſſigkeit vollkommen eingeſchloſſen wurde, ſehr merkwürdig vorkam, war der geringe Grad von Expanſivkraft, welchen dieſer Dampf zu beſitzen ſchien, wenn man ihn einige Minuten, oder auch nur einige Sekunden lang in dem Laufe eingeſperrt gelaſſen hatte; denn, wenn man alsdann das Gewicht mittelſt deſſen Hebebaumes in die Höhe hob, und dann den Dampf ausweichen ließ, ſo blies er, ſtatt mit einem lauten Knalle hervorzukommen, nur mit einem ziſchenden Geräuſche, das kaum ſo ſtark, oder ſo laut, wie das einer gemeinen Windbüchſe war, heraus; und ſeine Einwirkung gegen den ledernen Stöpſel, wodurch er das Gewicht in die Höhe heben half, war ſo erſtaunlich ſchwach, daß ſie gar nicht

bemerkt werden konnte. Bei der Unterſuchung des Laufes wurde dieſe Verminderung der Gewalt des erzeugten elaſtiſchen Dampfes aber leicht erklärbar, denn was im Augenblicke der Exploſion ohne Zweifel nur die Geſtalt eines elaſtiſchen Dunſtes hatte, fand ſich jetzt in einen ſoliden Körper, hart wie ein Stein, verwandelt!

Man kann ſich leicht denken, wie ſehr dieſe unerwartete Erſcheinung meine Neugierde reitzte; allein, da meine Abſicht doch nur auf Verfolgung des Hauptzweckes dieſer Verſuche, die Beſtimmung der Gewalt des entzündeten Schießpulvers, gieng, ſo war ich genöthigt, mich durch eine unerwartete oder außerordentliche Erſcheinung, oder andere zufällige Entdeckung nicht ablocken zu laſſen, ſo reitzend ſie auch ſeyn mochte; und treu dieſem Vorſatze, legte ich die Unterſuchung dieſer ſonderbaren Erſcheinung bis auf eine andere Zeit einſtweilen bei Seite; ich habe aber ſeitdem noch keine Zeit gefunden, mich damit zu befaſſen. Ich halte es indeſſen für zweckmäßig, bei dieſer Gelegenheit ſolche beiläufige Beobachtungen, als ich in der Mitte meiner andern Nachforſchungen, in dieſer Rückſicht zu machen im Stande war, anzuführen; und es würde mir ein wahres Vergnügen verſchaffen, wenn das, was ich hier darbiete, die Aufmerkſamkeit der Phyſiker ſo reitzen könnte, daß einer derſelben, welcher Zeit und Mittel hat, dergleichen Unterſuchun-

gen weiter mit Nutzen zu verfolgen, mir in der Unterſuchung dieſer intereſſanten Erſcheinung voran gienge; und da der Gegenſtand gewiß nicht nur an ſich ſelbſt ſehr ſonderbar iſt, ſondern auch die Hoffnung darbietet, noch andere und ſehr wichtige Entdeckungen machen zu können, ſo kann ich nicht umhin, mir zu ſchmeicheln, daß er einige Aufmerkſamkeit verdienen werde.

Ich habe geſagt, daß die ſolide Subſtanz, in welche der bei der Verbrennung des Schießpulvers erzeugte elaſtiſche Dampf verwandelt worden war, ſo hart wie ein Stein geweſen ſey. Dieß iſt, wie ich wohl weiß, ein ſehr unbeſtimmter Ausdruck; die Wahrheit iſt aber, daß er ſehr hart, und ſo feſt an der innern Seite des Laufes angeheftet war, beſonders aber an der obern Seite der Zündröhre, nach oben zu, daß man jederzeit, um ihn zu entfernen, genöthigt war, einen Bohrer zu brauchen, der oft mit anſehnlicher Gewalt geführt werden mußte.

Die Subſtanz ſelbſt war von ſchwarzer, oder vielmehr ganz dunkelgrauer Farbe, die bei Ausſetzung an die freie Luft in ſchwarz umgewandelt wurde, hatte einen ſtechenden, ſcharfen und alkaliſchen Geſchmack, und zerfloß wie Schwefelleber. Sie zog die Feuchtigkeit aus der Luft mit großer Begierde in ſich. Wenn ſie mit Waſſer angefeuchtet war, und Salpeterſäure

darauf gegoſſen wurde, erfolgte ein ſtarkes Aufbrauſen, das mit einem ſtechenden und ſehr unangenehm auffallenden Geruch begleitet war. Faſt die ganze Quantität an Materie, woraus das Pulver beſtand, ſchien in dieſe Subſtanz verwandelt worden zu ſeyn; denn die Menge von elaſtiſcher Flüſſigkeit, welche bei Entfernung des Gewichtes entwich, war ſehr unbeträchtlich; allein die Subſtanz war kein Schießpulver mehr, ſie entzündete ſich nicht wieder. Was für eine Veränderung war hier vorgegangen? Was konnte es verloren haben? — Es iſt in der That gewiß, daß der Lauf bei dieſen Verſuchen beträchtlich erhitzt war. Entſtand nun ſolches durch den Wärmeſtoff, der ſich bei der Verbrennung aus dem Pulver entband, indem er durch das Eiſen entwich? und iſt dieſes ein Beweis von der Exiſtenz des Wärmeſtoffes als einer Flüſſigkeit eigner Art; ein Beweis, daß er wirklich in die Zuſammenſetzung entzündbarer Körper oder der reinen Luft mit eingeht, und zu deren Verbrennung nothwendig wird? — Ich wage es nicht, die Entſcheidung ſolcher wichtigen Fragen auf mich zu nehmen *). Ich hatte vormals

*) Nach den gegenwärtigen Begriffen unſerer deutſchen Phyſiker iſt es kein Gegenſtand des Zweifels oder der Unterſuchung mehr, daß der ſogenannte Wärmeſtoff, oder beſſer, das Feuer mit den andern Körpern, woraus das Schießpulver beſteht, eine Verbindung einge-

n Gedanken gehegt, daß die Hitze, welche ein Stück
n schwerem Geschütze annimmt, nachdem es abge-
ert worden, durch den heftigen Schlag entstünde,
n es während der Explosion des Pulvers erlangte;
ein ich bekenne aufrichtig, daß es nicht möglich
eint, dadurch den beträchtlichen Grad von Wärme
erklären, den der Lauf bei diesen Versuchen er-
tit.

Daß die harte Substanz, welche nach einem Ver-
che im Laufe gefunden worden, in welchem der ela-
sche Dampf völlig eingeschlossen war, sich wirklich
Augenblicke der Explosion in einem flüssigen oder
astischen Zustande befunden habe, ist daraus klar,
ß in allen den Fällen, in welchen das Gewicht in die
öhe gehoben und der Stöpsel aus seiner Röhre ge-
oben wurde, nichts im Laufe übrig blieb, was man
tte finden können. Es war sehr merkwürdig, daß
ese harte Substanz nicht ohne Unterschied an allen
unkten des Laufes, sondern meist nur nach der Mitte

gangen sey, um dieses letztere zu bilden; zugleich ist es in der Mischung der reinen Lebensluft enthalten. Bei der Entzündung entweicht es mit jener vom Rumford bemerkten ungeheuern Kraft, und läßt die erdigten Reste, die natürlicherweise nun kein Schießpulver mehr seyn können, in fester Gestalt zurück.

A. d. Ueb.

der Länge des Laufes hin gefunden wurde, und nicht an den Extremitäten; und der obere Theil der Zündröhre war beſonders immer ganz damit angefüllt. Man möchte aus dieſem Umſtande vermuthen, daß ſie ſich am erſten an diejenigen Theile des Laufes angeſchlagen habe, die am früheſten kalt wurden; dieß giebt dann die Urſache an, warum man niemals etwas von ihr in dem unteren Theile der Zündröhre fand, weil dieſe durch die glühende Kugel, die das Pulver zur Entzündung brachte, heiß erhalten wurde.

Ich fand bei einem beſonderen Verſuche, daß das Schießpulver, deſſen ich mich bediente, weit weniger Raum bei einem gegebenen Maaße einnahm, wenn es wohl durch einander geſchüttelt wurde, als das nemliche Gewicht von Waſſer; wenn folglich alſo Schießpulver in einem eingeſchloſſenen Raume, den es ausfüllt, abgeſchoſſen wird, ſo muß die Dichtigkeit des erzeugten Dampfes zum wenigſten der Dichtigkeit des Waſſers gleich ſeyn. Die wirkliche ſpezifiſche Schwere der ſoliden Pulverkörner, die dadurch beſtimmt worden war, daß man ſelbiges in der Luft und in Waſſer gewogen hatte, verhielt ſich zu der ſpezifiſchen Schwere des Waſſers wie 1.868 zu 1.000. Wenn aber ein Maaß, das von der Capazität eines Kubikfußes iſt, 1000 Unzen Waſſer hält, ſo wird das nemliche Maaß gerade 1077 Unzen fein gekörntes Schießpulver, von der Sorte, wie ich bei meinen Verſuchen brauchte,

halten; das heißt nemlich, wenn es wohl zuſammengerüttelt iſt. Wurde es nur mäßig geſchüttelt, ſo fand ich ſein Gewicht genau einem gleichen Volumen, oder vielmehr Maaße Waſſer gleich. Man ſieht aber leicht ein, daß das Gewicht eines gegebenen Maaßes Schießpulver ſehr viel von der Geſtalt und der Bildung der Körner abhängen müſſe.

Ich will hier nur noch eine Beobachtung beifügen, die ſich auf die beſondern Erſcheinungen bezieht, welche die Verſuche begleiteten, bei denen der durch die Verbrennung des Schießpulvers erzeugte elaſtiſche Dampf eingeſchloſſen war, und dieſe betrifft eine ſonderbare Wirkung, die derſelbe auf die untere ebene Oberfläche des ledernen Stöpſels hervorbrachte, wo er mit demſelben in Berührung geſtanden hatte. Wenn man nemlich dieſen Stöpſel abnahm, ſo fand er ſich mit einem äußerſt weißen Pulver ganz und gar bedeckt, das einer ganz hellweißen Aſche glich, aber faſt augenblicklich in das tiefſte Schwarz verwandelt wurde, wenn man es der Berührung der Luft ausgeſetzt hatte.

Die plötzliche Veränderung der Farbe bei dieſer Subſtanz, ſobald ſie der äußern Luft ausgeſetzt wurde, führte mich auf die Vermuthung, daß die im Laufe gefundene ſolide Materie urſprünglich auch nicht ſchwarz geweſen, ſondern es lediglich erſt geworden

ſey, nachdem ſie mit der Luft hatte in Berührung treten müſſen. Die dunkelgraue Farbe, die ſie zeigte, unmittelbar nachdem ſie aus der Hölung des Laufes herausgebohrt worden war, wo ſie ſich angeheftet hatte, ſchien dieſen Verdacht zu beſtätigen. Ein Verſuch mit einem ſehr ſtarken Laufe von Glas würde dieſe Frage nicht allein entſcheiden, ſondern auch wahrſcheinlicherweiſe den Verſuch noch in mancher andern Rückſicht ſehr intereſſant und ſchön machen; und ich trage keinen Zweifel, daß ein Lauf von Glas von hinlänglicher Stärke gemacht werden könne, um der Gewalt der Exploſion zu widerſtehen. Ob er der ſchnellen Wirkung der Hitze ebenfalls widerſtehen werde, das iſt mir, ich bekenne es, mehr zweifelhaft; allein da der Gegenſtand ſo äußerſt intereſſant iſt; ſo glaube ich, daß er wohl die Probe eines Verſuches verdient. Vielleicht könnte der Apparat ſo vorgerichtet werden, daß man das Pulver durch Sonnenſtrahlen in Brand ſetzte, indem man dazu nur ein gemeines Brennglas anzuwenden braucht; allein, wenn auch dieſe Methode nicht angehen ſollte, ſo giebt es deren noch mehrere andere, die eben ſo wenig mißlich ſind, und die man ohne Zweifel mit Vortheil anwenden kann. Es iſt kaum möglich, ſich etwas Sonderbareres zu denken, als ein Verſuch dieſer Art ſeyn würde, wenn man ihn glücklich ins Werk ſtellen könnte.

Ich komme jetzt wieder auf die Verſuche zurück,

halten; das heißt nemlich, wenn es wohl zuſammengerüttelt iſt. Wurde es nur mäßig geſchüttelt, ſo fand ich ſein Gewicht genau einem gleichen Volumen, oder vielmehr Maaße Waſſer gleich. Man ſieht aber leicht ein, daß das Gewicht eines gegebenen Maaßes Schießpulver ſehr viel von der Geſtalt und der Bildung der Körner abhängen müſſe.

Ich will hier nur noch eine Beobachtung beifügen, die ſich auf die beſondern Erſcheinungen bezieht, welche die Verſuche begleiteten, bei denen der durch die Verbrennung des Schießpulvers erzeugte elaſtiſche Dampf eingeſchloſſen war, und dieſe betrifft eine ſonderbare Wirkung, die derſelbe auf die untere ebene Oberfläche des ledernen Stöpſels hervorbrachte, wo er mit demſelben in Berührung geſtanden hatte. Wenn man nemlich dieſen Stöpſel abnahm, ſo fand er ſich mit einem äußerſt weißen Pulver ganz und gar bedeckt, das einer ganz hellweißen Aſche glich, aber faſt augenblicklich in das tiefſte Schwarz verwandelt wurde, wenn man es der Berührung der Luft ausgeſetzt hatte.

Die plötzliche Veränderung der Farbe bei dieſer Subſtanz, ſobald ſie der äußern Luft ausgeſetzt wurde, führte mich auf die Vermuthung, daß die im Laufe gefundene ſolide Materie urſprünglich auch nicht ſchwarz geweſen, ſondern es lediglich erſt geworden

frühere Verſuche gelehrt hatten, keinen andern Schall zu erwarten, und da ich beim Drauflegen meiner Hand bemerkte, daß der Lauf anfieng, ziemlich warm zu werden, ſo war ich bald überzeugt, daß das Pulver Feuer gefangen haben mußte; und nachdem ich etwa vier oder fünf Minuten gewartet hatte, um das Gewicht, welches auf der Halbkugel lag, in die Höhe heben zu laſſen, ſo blies der eingeſchloſſene elaſtiſche Dampf aus dem Laufe heraus. Bei der Abnahme des Laufes und deſſen weiterer Unterſuchung, fand ſich ſeine Höhlung durch die ſolide Subſtanz verſtopft, die ich ſchon beſchrieben habe, und von welcher er mit einiger Mühe befreit werden mußte, um wieder zu neuen Verſuchen tauglich zu werden.

Die auſſerordentliche Schwäche des Knalles bei der Exploſion und der geringe Grad von Gewalt, womit der erzeugte Dampf aus dem Laufe herausgieng, nachdem man das Gewicht, das ihn einſchloß, entfernt hatte, brachten meinen Gehülfen keine vortheilhafte Idee von der Wichtigkeit meiner Verſuche bei. Ich hatte indeß gleich anfangs aus ihren Mienen bemerkt, daß ſie die Vorſichtsmaaßregeln, die ich anwandte, um eine ſo unbeträchtliche Quantität Schießpulver einzuſchließen, wie dieſer Lauf enthielt, für höchſt lächerlich hielten; das Reſultat des nachfolgenden Verſuches brachte ihnen jedoch mehr Achtung vor einem Agens

bei, von deſſen wirklicher Gewalt ſie einen ſo falſchen Begriff gefaßt hatten.

Bei dieſem zweiten Verſuche wurde der Lauf, ſtatt mit zehn Gran Pulver, wie bei dem vorigen, geladen zu werden, ganz mit Pulver vollgefüllt, und die ſtählerne Halbkugel mit ihrem darunter liegenden geölten Leder durch das nemliche Gewicht auf den Lauf gepreßt, welches zu dieſem Endzwecke beim vorhergehenden Verſuche angewandt worden war; nemlich eine Kanone, wiegend 8081 Pfund.

Um von dem Reſultate dieſes Verſuches eine noch vollkommnere Idee zu geben, wird es nicht am unrechten Orte ſeyn, einen der Haupttheile des Apparates, der hier gebraucht wurde, noch ausführlicher zu beſchreiben, nemlich den Lauf. Dieſer Lauf (der zwar dem ſchon beſchriebenen in jeder Rückſicht völlig ähnlich, aber gleichwohl nicht ganz der nemliche war,) wurde aus dem beßten geſchmiedeten Eiſen, und von ungewöhnlicher Stärke verfertigt. Seine Länge betrug $2\frac{3}{4}$ Zoll; und obgleich ſein ganzer Durchmeſſer auch $2\frac{1}{2}$ Zoll hielt, ſo betrug der Durchmeſſer der innern Höhlung doch nicht mehr als $\frac{1}{4}$ Zoll, das heißt, weniger als der Durchmeſſer eines gemeinen Federkiels. Die Länge dieſer Röhre oder Höhlung war 2,15 Zoll. Da nun der Durchmeſſer $2\frac{3}{4}$ Zoll, und der innere Durchmeſſer nur $\frac{1}{4}$ Zoll hielt, ſo betrug die Dicke

des Metalles 1½ Zoll; oder, er war fünfmal ſo dick, als der Durchmeſſer ſeiner Höhlung.

Die Pulverladung war auſſerordentlich klein, da ſie nur um weniges $\frac{1}{10}$ eines Cubikzolles überſtieg. Sie machte auf dieſe Art nicht ſo viel aus, als erfodert wird, ein kleines Terzerol zu laden, und betrug nicht den zehnten Theil von der gewöhnlichen Ladung einer gemeinen Flinte.

Ich würde es nicht wagen, das Reſultat dieſes Verſuches zu erzählen, wenn ich nicht die unwiderleglichſten Zeugen zur Bekräftigung der Wahrheit deſſelben vorzuweiſen hätte. Dieſe unbeträchtliche Quantität von Schießpulver explodirte, als ſie durch die Applikation der glühenden Kugel an die Zündröhre in Brand geſetzt worden war, mit einer ſolchen unbegreiflichen Gewalt, daß ſie den Lauf, in welchem ſie eingeſchloſſen war, auseinander ſprengte, trotz deſſen auſſerordentlicher Stärke; dieß geſchah mit einem ſo lauten Knalle, daß die ganze Nachbarſchaft dadurch in Aufruhr gerieth.

Es iſt mir unmöglich, das Erſtaunen derjenigen zu beſchreiben, die bei dieſem Schauſpiele Zuſchauer waren. — Sie wurden, im buchſtäblichen Sinne des Wortes, leichenblaß vor Erſtaunen und Schrecken.

und es dauerte einige Zeit, ehe ſie ſich wieder erholen konnten.

Der Lauf war nicht nur vollkommen von einander geſprengt, ſondern die beiden Hälften deſſelben wurden auch in verſchiedenen Richtungen auf den Erdboden geworfen: eine davon fiel dicht neben meinem Fuße nieder, weil ich nahe bei dem Apparate ſtand, um das Reſultat des Verſuches genauer beobachten zu können. Wiewohl ich es mir möglich dachte, daß das Gewicht in die Höhe gehoben werden, und der erzeugte Dampf einen Ausweg finden könnte, ſo kam mir doch ein Zerſpringen des Laufes gänzlich unerwartet. Es war eine neue Lektion für mich, Vorſicht bei dieſen gefährlichen Unterſuchungen anzuwenden.

Es giebt mir eine beſondere Satisfaktion, daß ich im Stande bin, indem ich dieſen Bericht dem Publiko vorlege, die achtungswertheſten Zeugniſſe von deſſen Aechtheit beibringen zu können.

Mein Freund, Herr Charles Blagden, vormals Sekretär der königlichen Sozietät, beſuchte München im Sommer des Jahres 1793, auf ſeiner Rückreiſe aus Italien; und obwohl ich damals abweſend war, (weil ich eine Reiſe zur Wiederherſtellung meiner Geſundheit machte), ſo wurden ihm nicht nur, auf meine Veranſtaltung, jeder Theil des Apparates,

deſſen ich mich bei dieſen Verſuchen bedient hatte, vorgezeigt, ſondern auch einige Verſuche in ſeiner Gegenwart wiederholt; und er war ſo artig, eine Hälfte des Laufes, der bei dem eben erwähnten Verſuche geſprungen war, mit ſich nach England zu nehmen, welche er, auf mein Erſuchen, in dem Muſeum der Geſellſchaft niedergelegt hat, und das, wie ich mir ſchmeichele, als ein unzweideutiger Beweis meiner Entdeckungen, in Bezug auf die bewundernswerthe Kraft des, bei der Entzündung des Schießpulvers ſich erzeugenden elaſtiſchen Dampfes betrachtet werden wird.

Wenn man die erſtaunliche Stärke dieſes Laufes und dabei die Kleinheit der Hölung betrachtet, ſo ſcheint es beinahe unglaublich, daß eine ſo geringe Quantität von Schießpulver, wie bei dieſem Verſuche angewandt worden war, ihn von einander ſprengen konnte.

Ohne mich jedoch auf das Zeugniß verſchiedener angeſehener Perſonen zu berufen, welche Augenzeugen dieſes Vorfalles waren, und von welchen Herr Charles Blagden einen ausführlichen mündlichen Bericht über alle die Umſtände erhielt, welche den Verſuch begleiteten, ſo glaube ich, daß ich meine Glaubwürdigkeit auf dem ſtillen Zeugen beruhen laſſen kann, den mir der zerbrochene Lauf abgiebt; denn ich zweifele ſehr, ob es wohl in der Macht der Kunſt ſteht,

ine Maſſe von ſolidem Eiſen auf eine andere
zerſprengen, als auf die angewandte Weiſe.

he ich fortfahre, von meinen ferneren Verſuchen
Art Nachricht mitzutheilen, will ich mich hier
Augenblick verweilen, um — aus der bekann-
ärke des Eiſens, und der Fläche des Bruches
ufes — eine Schätzung der wirklichen Gewalt
ernehmen, die der elaſtiſche Dampf anwenden
, um das Zerſprengen zu bewirken.

bei einer Reihe von Verſuchen über die Stärke
ebener Körper, die ich vor vielen Jahren ſchon
ahm, und von welchen ich willens bin, in Zu-
einmal eine Nachricht dem Publikum mitzutheil
, fand ich, indem ich das Mittel aus den Re-

Zeit ich das obige ſchrieb, habe ich einen Unfall erlit-
n, der mich auſſer Stand geſetzt hat, dieſes mein
Zerſprechen zu erfüllen. Bei meiner Rückreiſe nemlich
us Deutſchland nach England, im October des Jah-
es 1795, nach einer Abweſenheit von elf Jahren,
urde ich in St. Pauls Kirchhof, in London, um
echs Uhr Abends, angehalten, und meines Koffers
eraubt, der ſich hinten auf meinem Wagen befand,
nd welcher alle meine Privatpapiere, und meine
Originalbemerkungen und Beobachtungen über phyſika-
iſche Gegenſtände enthielt.

Durch dieſe grauſame Räuberei bin ich der Früchte

ſultaten verſchiedener Verſuche herausnahm, daß ein Zylinder von gutem, zähe geſchmiedeten Eiſen, von deſſen Queerſchnitt die Fläche nur $\frac{3}{1855}$ eines Zolles betrug, im Stande war, ein Gewicht von 119 Pfund avoirdupoids zu tragen, ohne zu zerbrechen. Dieſe Zahl giebt 63,466 Pfund für das Gewicht, welches ein Zylinder von dem nemlichen Eiſen, deſſen Queerſchnitt einen Zoll beträgt, ohne zerbrochen zu werden, halten könnte.

Die Fläche des Bruches des vorerwähnten Laufes wurde mit der größten Sorgfalt gemeſſen, und gab einen Betrag von genau $6\frac{1}{2}$ Flächen-Zollen. Wenn wir jetzt annehmen, daß das Eiſen, woraus dieſer Lauf gemacht war, ſo ſtark als der geweſen ſey, deſſen Stärke ich beſtimmte (und ich habe keinen Grund, zu vermuthen, daß er von einem mindern Werthe geweſen), ſo muß in ſolchem Falle die wirkliche Gewalt, die zum Zerſprengen deſſelben angewandt worden iſt, dem Drucke eines Gewichtes von 412529

der Arbeiten meines ganzen Lebens beraubt worden, und habe alles verloren, was ich für das wertheſte hielt. Es hat dieſer harte Schlag einen ſolchen Eindruck in meiner Seele zurückgelaſſen, daß derſelbe, wie ich fühle, nie wieder ganz wird getilgt werden können. Er iſt für mich um ſo ſchmerzlicher, da er meinen Verſtand mit Verdachten umwölkt hat, die niemals aufgehellt werden können.

Pfunden gleich geweſen ſeyn. Denn der Widerſtand, oder die Cohäſion eines Zolles verhält ſich zu 63466 Pfund, wie der von 6½ Zoll zu 412529 Pfund; und dieſe ſo erſtaunend große Gewalt wurde durch einen Körper ausgeübt, der weniger als 26 Gran Troygewicht wog, und welcher in einem Raume wirkte, der kaum $\frac{1}{78}$ eines Cubikzolles überſtieg.

Um dieſe, durch den bei der Verbrennung des Schießpulvers erzeugten elaſtiſchen Dampf ausgeübte Gewalt, wodurch der Lauf geſprengt wurde, mit dem Drucke der Atmoſphäre zu vergleichen, iſt es nothwendig, die Fläche des Längendurchſchnittes vom Laufe zu beſtimmen. Wenn nun der Durchmeſſer der Hölung deſſelben $\frac{1}{4}$ eines Zolles beträgt, und ſeine Länge (nach Abzug von 0,15 eines Zolles für die Länge des ledernen Stöpſels) 2 Zoll iſt, ſo ergiebt ſich, daß die Fläche ſeiner Longitudinalſektion $\frac{1}{2}$ Zoll ausgemacht habe. Nehmen wir nunmehr den mittleren Druck der Atmoſphäre = 15 Pfund avoirdupoids für jeden Zoll Oberfläche, ſo giebt dieſes $7\frac{1}{2}$ Pfund für eine Oberfläche = $\frac{1}{2}$ Zoll, welches der Area eines Längendurchſchnittes der Hölung des Laufes gleich kommt.

Wir haben aber eben gefunden, daß die durch den elaſtiſchen Dampf, der den Lauf ſprengte, wirklich ausgeübte Gewalt ſich auf 412529 Pfund belaufen habe; dieſe Gewalt war daher 55004mal größer, als

der mittlere Druck der Atmoſphäre 1 denn wie ſich $7\frac{1}{2}$ Pfund zu 1 Atmoſphäre verhält, ſo 412529 Pfund zu 55004 Atm.

Da ich glaubte, es möge wohl befriedigender ſeyn, die wirkliche Gewalt des nemlichen Eiſens zu kennen, aus welchem der in dem vorerwähnten Verſuche gebrauchte Lauf verfertigt war, als die Beſtimmung der Stärke deſſelben auf der Entſcheidung der Stärke eines Eiſens beruhen zu laſſen, welches von einem andern Stücke genommen war, und was höchſt wahrſcheinlich von einer andern Qualität ſeyn konnte, ſo habe ich mich, ſeit ich obiges ſchrieb, der Mühe unterzogen, die Stärke des Eiſens, von welchem der Lauf verfertigt wurde, zu beſtimmen, welches auf nachfolgende Weiſe geſchah. Da ich die eine Hälfte des Laufes noch beſaß, ließ ich kleine Stücken von 2 Zoll Länge und etwa $\frac{1}{8}$ Zoll im Quadrat aus dem ſoliden Metallſtücke der Längerichtung nach, mit einer feinen Säge herausſchneiden; und nachdem dieſe Stücken erſtlich in der Mitte rund gefeilt, alsdann aber auf einer Drehbank mit einem ſehr ſcharfen Inſtrumente abgedreht worden waren, brachte man ſie in eine ſolche Form, als nothwendig war, um ſie in meiner Maſchine zur Meſſung der Feſtigkeit der Körper auseinander reißen zu können. In dieſer Maſchine wird der auseinander zu reißende Körper an zwei ſtarken Schraubſtöcken feſt gehalten, deren einer

an dem Fußboden, der andere an dem kurzen Arm eines römiſchen Wagbalkens oder einer gemeinen Schnellwage befeſtigt iſt; und damit die alſo aufgehängten Körper nicht durch die Backen dieſer Schraubſtöcke leiden können, daß dadurch der Verſuch verhohen oder weniger vollkommen gemacht würde, ſind ſie nicht zylindriſch, ſondern an ihren beiden Enden, da wo ſie durch die Schraubſtöcke gehalten werden, bretter gemacht, und von da an vermindern ſich ihre Durchmeſſer erſt allmählig bis in die Mitte ihrer Länge, wo ihre Meſſungen vorgenommen wurden, und wo ſie nie verfehlten ſich zu trennen.

Da ich aus den Reſultaten mancher Verſuche, die ich vorher über die Feſtigkeit mehrerer Metalle anſtellte, gefunden hatte, daß das Eiſen ſo gut, wie alle andere Metalle, durch Hämmern und Schmieden weit zäher werde, ſo ließ ich diejenigen Stücken des Laufes, welche ich zu dieſen Verſuchen zubereitete, von dem ſoliden Metallſtücke trennen, und in ihre eigenthümliche Form durch Sägen, Feilen und Drechſeln bringen, ohne daß ſie einen einzigen Schlag mit dem Hammer erhalten durften; ſo daß man völlig Urſache hat, anzunehmen, die durch die bereits vorgenommenen Verſuche beſtimmte Stärke des Eiſens ſey gewiß zuverläßig. Die Reſultate dieſer Verſuche waren folgende.

Verſuche.	Durchmeſſer des Zylinders bei dem Bruche.	Area des Querdurchſchnittes des Zylinders bei dem Bruche.	Erfoderliches Gewicht ihn zu zerreißen. Pfund avoird.	Erfoderliches Gewicht, um einen Zoll dieſes Eiſens zu brechen. Pfund avoird.
	Zoll.	Zoll.		
1.	$\frac{60}{1000}$	$\frac{1}{509,29}$	123,18	62737.
2.	$\frac{60}{1000}$	$\frac{1}{353,08}$	182.	64366.
3.	$\frac{66}{1000}$	$\frac{1}{292,3}$	220,75	64526.
4.	$\frac{76}{1000}$	$\frac{1}{220,7}$	277,01	61063.
		Zahl der Verſuche = 4.)		252692.
			Mittel	63173.

Nehmen wir jetzt die Stärke des Eiſens, aus welchem der Lauf zuſammengeſetzt war, wie er hier durch wirkliche Verſuche beſtimmt wurde, an, und berechnen die zum Zerplatzen deſſelben erfoderliche Gewalt, ſo wird ſich dieſe gleich dem Drucke eines Gewichtes von 410624$\frac{1}{2}$ Pfund ſtatt 436860 Pfund, wie zuvor beſtimmt worden, ergeben. Denn es verhält ſich der Widerſtand oder die Cohäſionskraft eines Zolles dieſes Eiſens zu 63173 Pfund, wie die von 6$\frac{1}{2}$ Zoll (der Grundfläche des Bruches des Laufes) zu 410624$\frac{1}{2}$ Pfund. Wird dieſes Gewicht jetzt in atmoſphäriſches,

nach der oben beſchriebenen Verfahrungsart verwandelt, ſo giebt es, 54750 atmoſphäriſches für das Maaß der Kraft, welche durch den elaſtiſchen Dampf mußte ſeyn ausgeübt worden, die den Lauf zerſprengte. Dieſe Gewalt aber, ſo ungeheuer ſie auch immer ſeyn mag, muß doch immer noch klein gegen die wirkliche anfängliche Kraft ausfallen, welche die bei der Verbrennung des Schießpulvers erzeugte elaſtiſche Flüſſigkeit beſaß, ehe ſie anfieng, ſich auszudehnen; denn es iſt mehr als wahrſcheinlich, daß der Lauf wirklich ſchon geplatzt war, ehe der erzeugte Dampf alle ſeine Gewalt ausgeübt hatte, oder daß dieſer Dampf fähig geweſen wäre, einen noch ſtärkeren Lauf zu zerſprengen, als der bei dem Verſuche gebrauchte. — Doch ich verlaſſe dieſe Spekulationen, um zu intereſſanteren und befriedigenderen Unterſuchungen zu eilen.

Ich übergehe eine ziemliche Zahl von allerlei Verſuchen mit Stillſchweigen, die, da ſie nichts Merkwürdiges in ihren Reſultaten zeigten, kein neues Licht über den Gegenſtand verbreiten konnten, und ſchreite daher vorwärts, um Nachricht von einer regelmäßigen Reihe von Verſuchen zu geben, die in der Abſicht unternommen wurden, gewiſſe beſtimmte Thatſachen zu entdecken, und welche ich mit unermüdeter Beharrlichkeit verfolgte.

Dieſe Verſuche wurden mit meiner Direktion, aber unter der unmittelbaren Beſorgung des Herrn Reichenbach, Commandanten des Corps der Feuerwerker in des Churfürſten Militärdienſten, und des Grafen Spreti angeſtellt, welcher erſter Lieutenant des Artillerieregimentes iſt.

Wiewohl ich durch Unpäßlichkeit verhindert wurde, bei allen dieſen Verſuchen wirklich zugegen zu ſeyn, ſo kann ich doch, da ich in der Nähe blieb, und jeden Tag, ja faſt jede Stunde, regelmäßigen Bericht von dem Fortgange derſelben, und von jedem auſſerordentlichen Vorfalle, der ſich dabei ereignete, erhielt, mit großer Wahrheit ſagen, daß dieſe Verſuche unter meiner unmittelbaren Direktion angeſtellt worden ſind; und da die beiden Herren, welche mir beiſtanden, ſich nicht blos in jeder Hinſicht zu ſolch' einem Unternehmen qualifizirten, ſondern auch bei einer Menge ähnlicher Verſuche, die ich vorgenommen hatte, zugegen geweſen waren, ſo hatten ſie alle die Fertigkeit und Gewandheit in den verſchiedenen Handgriffen erlangt, welche bei experimentirenden Unterſuchungen ſo nützlich und nothwendig ſind; und ich glaube daher, ich kann ſicher wagen, zu behaupten, daß man ſich auf dieſe Verſuche völlig verlaſſen könne.

Es würde mir eine große Satisfaktion verſchafft haben, wenn ich im Stande geweſen wäre, zu ſagen,

daß die Verſuche alle von mir ſelbſt vorgenommen worden ſeyen; und ich hatte mir auch vorgenommen, ſelbige zu wiederholen, ehe ich ſie öffentlich bekannt machte, zumal, da einige ſehr auſſerordentliche und gänzlich unberechenbare Differenzen in den Reſultaten derjenigen Verſuche vorkommen, welche zu verſchiedenen Jahreszeiten angeſtellt wurden; allein, da ich bisher durch ſchlechten Geſundheitszuſtand und verſchiedene andere Geſchäfte daran verhindert worden bin, dieſe mühevollen Unterſuchungen vorzunehmen, ſo habe ich für am dienlichſten erachtet, die Bekanntmachung dieſer Thatſachen nicht länger aufzuſchieben, welche mir ſowohl neu als intereſſant ſcheinen, da vielleicht, wenn ſie bekannt ſind, andere gereitzt werden möchten, weitere Nachforſchungen darüber anzuſtellen.

Die Hauptsobjekte, welche ich bei der nachfolgenden Reihe von Verſuchen im Augenmerk hatte, waren erſtlich, die Expanſivkraft des bei der Verbrennung des Schießpulvers erzeugten elaſtiſchen Dampfes, und deſſen verſchiedene Zuſtände von Dichtigkeit zu beſtimmen, und dann, das Verhältniß ſeiner Elaſtizität zu ſeiner Dichtigkeit auszumitteln: zweitens aber auch, mittelſt eines entſcheidenden Verſuches die äußerſte Kraft dieſer Flüſſigkeit in ſeinem allerdichteſten Zuſtande zu meſſen; das heißt, da, wo das Pulver den Raum, in welchem es losgezündet worden, völlig aus-

füllt, und in demſelben völlig eingeſchloſſen bleibt. Da dieſe Verſuche ſehr zahlreich waren, und es angenehmer ſeyn wird, alle ihre Reſultate mit einem allgemeinen Ueberblicke zu überſchauen, ſo habe ich ſie in die Form einer allgemeinen Tafel gebracht.

Auf dieſer Tabelle, die keiner weitern ausführlichen Erklärung bedarf, kann man die Reſultate aller dieſer Unterſuchungen wahrnehmen.

Die Dimenſionen des Laufes, der bei dieſen Verſuchen, die auf der Tabelle verzeichnet ſind, gebraucht wurde, waren folgende.

Der Durchmeſſer der Röhre oder Hölung bei ihrer Mündung = 0,25 eines Zolles.

Die Capazitäten der Hölungen zuſammengenommen, nemlich mit der Zündröhre, abgerechnet den durch den ledernen Stöpſel eingenommenen Raum, waren = 0,08974 eines Cubikzolles.

Die Quantität des im Laufe und der Zündröhre enthaltenen Schießpulvers, wenn beide völlig angefüllt waren, (ausgenommen den durch den ledernen Stöpſel erfüllten Raum) 25.641 deutſche Apothekergran, = 24½ Gran Troygewicht.

Die Capazitäten des Laufes und ſeiner Zündröhre wurden auf die Weiſe beſtimmt, daß man ſie mit Queckſilber anfüllte, und alsdann die erfoderliche Quantität Queckſilber, um jene voll zu machen, ſowohl in der Luft, als im Waſſer wog; die Quantität von Schießpulver, welche erfodert wurde, um den Lauf und ſeine Zündröhre anzufüllen, wurde durch Schätzung aus den vereinigten Capazitäten des Laufes und ſeiner Zündröhre, in Theilen eines Cubikzolles beſtimmt, nebſt der ſpezifiſchen Schwere des, bei dieſen Verſuchen angewandten Pulvers.

Da man nun auf dieſe Weiſe den Inhalt des Laufes und ſeiner Zündröhre ſich auf 0.08974 eines Cubikzolles belaufend gefunden hatte, und da man wußte, daß ein Cubikzoll des Schießpulvers, von welchem hier die Rede iſt, wenn es wohl durch einander gerüttelt worden, gerade 272.68 Gran Troygewicht wog, ſo gab dieſes 24.47 Gran Troygewicht (= 25.641 Gran deutſches Apothekergewicht) für den Inhalt des Laufes und ſeiner Zündröhre.

Die Zahlen, welche die Pulverladungen in Tauſendtheilen der beigefügten Capazitäten des Laufes und ſeiner Zündröhre ausdrüken, wurden nach den bekannten Quantitäten von Schießpulver, in deutſchen Apothekergranen ausgedrückt, die bei den mancherlei Verſuchen gebraucht worden waren, und der Bezie-

hung dieſer Quantitäten zu der beſtimmt, die erfodert wurde, um den Lauf und ſeine Zündröhre völlig anzufüllen.

Sonach war der Lauf und ſeine Zündröhre fähig, 25.641 Apothekergran Pulver aufzunehmen; und wenn wir vorausſetzen, daß dieſe Quantität in tauſend gleiche Theile getheilt werde, ſo giebt ſolches 39 dieſer Theile für einen Gran; 78 Theile für zwei Gran; 390 für zehn Gran u. ſ. w. Denn es verhält ſich 25.641 zu 1000 beinahe wie 1 zu 39.

Da dieſe Methode, die Quantitäten des Pulvers auszudrücken, zu gleicher Zeit die relative Dichtigkeit des erzeugten elaſtiſchen Dampfes anzeigt, ſo iſt ſie in dieſer Rückſicht die beſſere; ſie erleichtert auch ſehr die nöthigen Berechnungen, die man anſtellen muß, um das Verhältniß der Elaſtizität dieſer Flüſſigkeit zu ſeiner Dichtigkeit zu beſtimmen.

Die elaſtiſche Gewalt des bei der Verbrennung der Pulverladung erzeugten elaſtiſchen Dampfes, wird durch das Gewicht, mittelſt welchem es eingeſchloſſen iſt, oder vielmehr, welches es gerade fähig war, zu bewegen, was er aber nicht ſo weit heben konnte, daß der lederne Stöpſel nicht gänzlich aus der Mündung des Laufes herausgetrieben wurde, gemeſſen.

Die Kapazitäten des Laufes und ſeiner Zündröhre wurden auf die Weiſe beſtimmt, daß man ſie mit Queckſilber anfüllte, und alsdann die erforderliche Quantität Queckſilber, um jene voll zu machen, ſowohl in der Luft, als im Waſſer wog; die Quantität von Schießpulver, welche erfodert wurde, um den Lauf und ſeine Zündröhre anzufüllen, wurde durch Schätzung aus den vereinigten Kapazitäten des Laufes und ſeiner Zündröhre, in Theilen eines Cubikzolles beſtimmt, nebſt der ſpezifiſchen Schwere des, bei dieſen Verſuchen angewandten Pulvers.

Da man nun auf dieſe Weiſe den Inhalt des Laufes und ſeiner Zündröhre ſich auf 0,08974 eines Cubikzolles belaufend gefunden hatte, und da man wußte, daß ein Cubikzoll des Schießpulvers, von welchem hier die Rede iſt, wenn es wohl durch einander gerüttelt worden, gerade 272.68 Gran Troygewicht wog, ſo gab dieſes 24.47 Gran Troygewicht (= 25.641 Gran deutſches Apothekergewicht) für den Inhalt des Laufes und ſeiner Zündröhre.

Die Zahlen, welche die Pulverladungen in Tauſendtheilen der beigefügten Kapazitäten des Laufes und ſeiner Zündröhre ausdrücken, wurden nach den bekannten Quantitäten von Schießpulver, in deutſchen Apothekergranen ausgedrückt, die bei den mancherlei Verſuchen gebraucht worden waren, und der Bezie-

hung dieſer Quantitäten zu der beſtimmt, die erfodert wurde, um den Lauf und ſeine Zündröhre völlig anzufüllen.

Sonach war der Lauf und ſeine Zündröhre fähig, 25.641 Apothekergran Pulver aufzunehmen; und wenn wir vorausſetzen, daß dieſe Quantität in tauſend gleiche Theile getheilt werde, ſo giebt ſolches 39 dieſer Theile für einen Gran; 78 Theile für zwei Gran; 390 für zehn Gran u. ſ. w. Denn es verhält ſich 25.641 zu 1000 beinahe wie 1 zu 39.

Da dieſe Methode, die Quantitäten des Pulvers auszudrücken, zu gleicher Zeit die relative Dichtigkeit des erzeugten elaſtiſchen Dampfes anzeigt, ſo iſt ſie in dieſer Rückſicht die beſſere; ſie erleichtert auch ſehr die nöthigen Berechnungen, die man anſtellen muß, um das Verhältniß der Elaſtizität dieſer Flüſſigkeit zu ſeiner Dichtigkeit zu beſtimmen.

Die elaſtiſche Gewalt des bei der Verbrennung der Pulverladung erzeugten elaſtiſchen Dampfes, wird durch das Gewicht, mittelſt welchem es eingeſchloſſen iſt, oder vielmehr, welches es gerade fähig war, zu bewegen, was er aber nicht ſo weit heben konnte, daß der lederne Stöpſel nicht gänzlich aus der Mündung des Laufes herausgetrieben wurde, gemeſſen.

Dieſes Gewicht, welches bei allen Verſuchen, ausgenommen denen, wo man ſehr kleine Pulverladungen anwandte, gebraucht wurde, war eine Kanone von gröſieren oder geringeren Dimenſionen, oder gröſſerem und geringerem Gewichte, nach Maaßgabe der Gewalt der Ladung; ſie wurde mit ihrem Hintertheile ſenkrecht, auf die ſtählerne Halbkugel geſtellt, welche das Ende des Laufes verſchloß; und das nemliche Stück Geſchütz konnte zu verſchiedenen Verſuchen dienen, da ſeine Höhlung mit einer gröſſeren oder geringeren Menge von Kugeln, ſo wie die Gelegenheit es erfoderte, gefüllt wurde.

Das zur Einſchlieſſung des bei der Verbrennung des Schieſspulvers erzeugten Dampfes gebrauchte Gewicht iſt auf der nachfolgenden Tabelle in avoirdupoids Gewicht ausgedrückt; damit man ſich jedoch eine klärere und vollkommnere Idee von der wirklichen Kraft dieſer elaſtiſchen Flüſſigkeit machen könne, habe ich eine Columne zugeſetzt, auf welcher deren Gewalt, jeder Pulverladung entſprechend, in atmoſphäriſchem ausgedrückt worden iſt.

Die Zahlen dieſer Columne wurden auf folgende Weiſe berechnet. Da der Durchmeſſer der Höhlung des Laufes an ſeiner Mündung gerade $\frac{1}{3}$ Zoll betrug, ſo beträgt die Fläche von deren Querdurchſchnitt 0.049088 eines oberflächlichen Zolles; und nehmen wir jetzt den

Da der Lauf durch das Zerſpringen der Zündröhre zu fernerem Dienſte untüchtig geworden war, ſo wurde dieſe Reihe von Verſuchen beendigt.

Damit man ſich von den Reſultaten eine deutliche und genugthuende Vorſtellung mache, habe ich die untere Figur auf Taf. V. gezeichnet, auf welcher die gegebenen Dichtigkeiten des erzeugten elaſtiſchen Dampfes, oder (welches auf das nemliche hinaus kommt,) die Quantitäten des zu der Ladung gebrauchten Pulvers auf der Linie A B, von A nach B zu, genommen ſind, und die correſpondirenden Elaſtizitäten durch Linien angedeutet worden, die auf der Linie A B an den Punkten, wo ſich daß Maaß der Dichtigkeit endigt, ſenkrecht ſtehen.

Da die Unregelmäßigkeiten der punktirten Linie A C ohne Zweifel blos den Irrungen beizumeſſen ſind, die während der Anſtellung der Verſuche begangen wurden, ſo kann uns, wenn wir dieſe Unregelmäßigkeiten entfernen, indem wir die Linie A D ſo ziehen, daß die Irrthümer der Verſuche dadurch ins Gleiche gebracht werden, dieſe Linie A D, die nothwendiger Weiſe regelmäßig ſeyn muß, bei bloßer Betrachtung einen beträchtlichen Grad von Einſicht in die Natur der Gleichung geben, welche gebildet werden muß, um die Beziehung der Dichtigkeiten zu den Elaſtizitäten auszudrücken; deren Entdeckung aber einer der Hauptgegenſtände dieſer experimentirenden Unterſuchungen war.

Setzen wir die Dichtigkeit = x und die Elaſtizität = y, ſo wird die Linie AD der Ort der Gleichung ſeyn, die das Verhältniß von x zu y ausdrückt; und wäre die Annahme von Robins richtig geweſen, daß ſich die Elaſtizität wie die Dichtigkeit verhalte, ſo würde ſich x zu y in einem beſtändigen (einfachen) Verhältniſſe finden —; AD würde eine gerade Linie geweſen ſeyn, — und AE die Lage dieſer Linie, wenn die Beſtimmung der Gewalt des losgezündeten Schießpulvers von Robins genau und richtig angegeben worden wäre.

AD iſt aber eine krumme Linie, und dieſes beweiſet, daß das Verhältniß von x zu y veränderlich ſey; überdieſes iſt es noch eine krumme Linie, die nach der Linie AB zu, wo x geſetzt worden, convex läuft, und dieſer letztere Umſtand beweiſt, daß das Verhältniß von y zu x ſtets wachſend ſey.

Wenn gleich dieſe Verſuche ſämmtlich darauf hinauslaufen, zu beweiſen, daß das Verhältniß von y zu x wachſe, ſo wie x zunimmt, ſo werden wir doch, meiner Meynung nach, wenn wir die Sache mit Aufmerkſamkeit betrachten, Grund finden, zu ſchließen, daß der Exponent dieſes Verhältniſſes niemals geringer, als eine Einheit ſeyn könne; und ferner, daß er nothwendiger Weiſe genau dieſen Werth haben müſſe, wenn bei ſehr gering, oder = o angenommener Dichtigkeit, x und y zuſammen verſchwinden.

Setzen wir, daß dieser Fall vorhanden sey, nemlich, daß der Exponent des letztern Verhältnisses von y zu x = 1 + z ist, so können die Dichtigkeiten oder successiven Werthe von x in einer natürlichen Reihe von Zahlen ausgedrückt werden

0, 1, 2, 3, 4 u. s. w. bis 1000

wo der letzte Punkt = 1000 der größten Dichtigkeit entspricht; oder, wenn das Pulver den Raum, in welchen es eingeschlossen ist, genau ausfüllt, so wird, wenn man z = dem veränderlichen Theile des Exponenten des Verhältnisses von y zu x setzt

zu jedem der successiven Werthe von x = 0, 1, 2, 3, 4, 5 etc.

der correspondirende Werth von y genau durch die Gleichungen 0^{1+z}, 1^{1+z}, 2^{1+z}, 3^{1+z}, 4^{1+z} etc.

ausgedrückt werden.

Denn da der veränderliche Theil (z) dieses Exponenten in beliebigen Dimensionen genommen werden kann, so kann man an jedem gegebenen Punkte der Reihen (oder für jeden besonderen Werth von x) so genommen werden, daß die Gleichung $x^{1+z} = y$ jederzeit mit dem Resultate der Versuche correspondirt; Wenn man dieses thut, so kennt man auch den Werth von z und das Gesetz seiner Zunahme, so wie x zu

nimmt; und dieſes wird dann die Beziehung von x zu y, oder der Elaſtizitäten des erzeugten Dampfes zu ihren correſpondirenden Dichtigkeiten auf eine helle und befriedigende Weiſe zeigen.

Um nicht die Länge dieſer Abhandlung, (die vielleicht ſchon zu groß ausgefallen iſt) noch weiter auszudehnen, indem ich noch ausführliche Nachricht von allen den verſchiedenen Berechnungen gebe, die ich anſtellte, um aus den Reſultaten der Verſuche der vorſtehenden Tabelle, den wirklichen Werth von x, und das Verhältniß zu beſtimmen, nach welchem es zunimmt, ſo wie x vergrößert wird, will ich mich nur damit begnügen, blos die allgemeinen Reſultate dieſer Unterſuchungen anzuzeigen, und zu weiterem Unterricht auf die folgende zweite Tabelle zu verweiſen, wo die Uebereinſtimmung des darauf gegründeten Geſetzes mit den Reſultaten der voranſtehenden Verſuche nachgeſehen werden kann.

Nachdem ich aus den Reſultaten der, auf die erſten Tabelle verzeichneten Verſuche die verſchiedenen Werthe von z berechnet hatte, die allen den verſchiedenen Dichtigkeiten, oder verſchiedenen Pulverladungen von 1 Gran, oder 39 Tauſendtheilen zu 18 Gran, oder 702 Tauſendtheilen der Capazität des Laufes correſpondiren, ſo fand ich, daß wenn die Dichtigkeit des Dampfes = x in Tauſend-

theilen ausgedrückt, von 0 bis zu 1000 erhöht wird, (oder bis das Pulver völlig den Raum, in welchem es eingeſchloſſen iſt, ausfüllt,) der veränderliche Theil z des Exponenten x (1 + z) von 0 bis $\frac{4}{10}$ zunimmt. Und wenn gleich einige der Verſuche, beſonders aber diejenigen, die mit großen Ladungen Pulver angeſtellt wurden, anzudeuten ſchienen, daß, wenn x mit einer gleichförmigen und ſtäten Bewegung vergrößert wird, z mit einer beſtändig beſchleunigten Bewegung zunimmt; ſo hat mich dieſer Umſtand doch, da die Reſultate der bei weitem größten Zahl der andern Verſuche die Geſchwindigkeit der Zunahme von z als gleichförmig anzeigten, nebſt einigen andern aus der Natur des Gegenſtandes ſelbſt abgeleiteten Gründen bewogen, das Verhältniß der Zunahme von z zur Zunahme von x als feſt anzunehmen.

Wenn jedoch, während x mit einer gleichförmigen Geſchwindigkeit von 0 bis 1000 zunimmt, z mit einer gleichförmigen Geſchwindigkeit von 0 zu $\frac{4}{10}$ vergrößert wird, ſo verhält ſich z überall zu x wie $\frac{4}{10}$ zu 1000; oder $1000\,z = \frac{4}{10}\,x$, und folglicher Weiſe $z = \frac{4x}{10000}$; und wenn $x = 1$ iſt, ſo iſt $z = \frac{4}{10000} = 0{,}0004$; und wenn x größer oder kleiner als 1 vorkommt, ſo iſt $z = 0{,}0004x$; und wird z weggelaſſen, ſo wird die allgemeine Gleichung, die das Verhältniß von x zu y ausdrückt, $x^{1+0{,}0004x} = y$; und dieſes iſt auch die Gleichung, die ich brauchte, um

die Werthe von y zu berechnen, die in der folgenden Tabelle ausgedrückt ſind.

Damit die Elaſtizitäten auch atmoſphäriſch ausgedrückt würden, ſind die Werthe von y, ſo wie ſie durch dieſe Gleichung beſtimmt waren, durch 1.841 multiplizirt worden.

Wenn man die Elaſtizität in Pfunden avoirdupois ausgedrückt haben will, ſo multiplizirt man den Werth von y, ſo wie es durch die vorſtehende Gleichung beſtimmt worden, mit 27.615, und dieſes giebt dann an, wie viel dergleichen Pfunde, auf einen Zoll Oberfläche drückend, dem durch den elaſtiſchen Dampf ausgeübten Drucke, von dem eben gehandelt wird, das Gleichgewicht halten.

mittleren Druck der Atmoſphäre auf einen Zoll Oberfläche gleich 15 Pfunden avoirdupoids an, ſo giebt ſolches 0.73631 eines Pfundes avoirdupoids für dieſen Druck von 0.049088 eines oberflächlichen Zolles, oder auf eine Oberfläche, die der Fläche gleich iſt, durch welche der erzeugte elaſtiſche Dampf auf das zu ſeiner Einſchließung angewandte Gewicht wirkte; dividirt man daher das Gewicht in Pfunden avoirdupois ausgedrückt, welches die Gewalt des erzeugten elaſtiſchen Dampfes bei irgend einem Verſuche maß, durch 0.73631, ſo zeigt dieſes an, um wie vielmal der durch den Dampf ausgeübte Druck größer war, als der mittlere Druck der Atmoſphäre. So z. B. im ſechſten Verſuche, wo das Gewicht, welches die elaſtiſche Kraft des erzeugten Dampfes maß, = 504.8 Pfund avoirdupoids war, beträgt daſſelbe $\frac{504.8}{0.73631} = 685.6$ atmoſphäriſches. Und ſo bei allen Uebrigen.

Ich habe geſagt, daß der Durchmeſſer der Höhlung des Laufes, deſſen wir uns bei den nachfolgenden Verſuchen bedienten, an ſeiner Mündung gerade $\frac{1}{2}$ eines Zolles betragen habe, und dieſes iſt ſtreng wahr, wie ich ſolches fand, als ich ihn mit der äuſſerſten Sorgfalt maß; allein der Durchmeſſer der Höhlung iſt nicht durchaus der nemliche, da er nach dem untern Ende zu etwas kleiner wird; da indeß die Capazität des Laufes oder ſein Inhalt, und auch der Durch-

Be

Zahl der Versuche.	Zeit, in welcher der Versu angestellt wurde. 1793.		ie Bemerkungen.
Nro.	U.	M.	
51	5 März. 9	0	a gehoben, und kein
52	9	15	
53	9	45	
54	10	15	t schwachem Knalle.
55	10	45	a gehoben, und kein
56	6 März. 9	0	
57	9	30	
58	10	30	gehoben.
59	11	0	lautem Knalle.
60	11	30	n gehoben, und kein
61	3	0	lautem Knalle.
62	3	15	
63	3	30	nalle gehoben.
64	3	45	der Knall schwächer.
65	4	0	ot eben gehoben, kein

Zahl der Verſuche.	Zeit, in welcher der angeſtellt wu 1793.	U.	Bemerkungen.
Nro.			
1	23 Febr.	9	ſteſche Dampf n
2		9	ſſen, und das G gehoben.
3	25 Febr.	9	
4		10	dicht nicht gehob
5		10	
6		11	bewegt.
7		3	Verſuchen wu einem Knalle,
8		3	ner Piſtole, ge
9		3	
10		3	nall weit ſchwäch
11		4	egt.
12	26 Febr.	9	
13		9	gehoben.
14		9	all ſchwächer.
15		9	all noch ſchwäch
16		10	bewegt.
17		3	gehoben.

Tag der Beobachtung.	Zeit in welcher d angeſtellt 179	ne Bemerkungen.
26.	U	nalle gehoben.
28		ſchwächer.
29		nall ſchwächer.
30		t kaum bewegt. Kein
31.		
32	27 Febr.	nalle gehoben.
33		r Knall nicht ſo hell.
34		t kaum bewegt und kein
35		
36	28 Febr.	uter Knall.
37		ben ſo.
38		ben ſo.
39	I	.
50		.
51		.
52		.
53		wurde eben gehoben.
54	1 März.	Knalle gehoben.

Da der Lauf durch das Zerſpringen der Zündröhre zu fernerem Dienſte untüchtig geworden war, ſo wurde dieſe Reihe von Verſuchen beendigt.

Damit man ſich von den Reſultaten eine deutliche und genugthuende Vorſtellung mache, habe ich die untere Figur auf Taf. V. gezeichnet, auf welcher die gegebenen Dichtigkeiten des erzeugten elaſtiſchen Dampfes, oder (welches auf das nemliche hinaus kommt,) die Quantitäten des zu der Ladung gebrauchten Pulvers auf der Linie AB, von A nach B zu, genommen ſind, und die correſpondirenden Elaſtizitäten durch Linien angedeutet worden, die auf der Linie AB an den Punkten, wo ſich daß Maaß der Dichtigkeit endigt, ſenkrecht ſtehen.

Da die Unregelmäßigkeiten der punktirten Linie AC ohne Zweifel blos den Irrungen beizumeſſen ſind, die während der Anſtellung der Verſuche begangen wurden, ſo kann uns, wenn wir dieſe Unregelmäßigkeiten entfernen, indem wir die Linie AD ſo ziehen, daß die Irrthümer der Verſuche dadurch ins Gleiche gebracht werden, dieſe Linie AD, die nothwendiger Weiſe regelmäßig ſeyn muß, bei bloßer Betrachtung einen beträchtlichen Grad von Einſicht in die Natur der Gleichung geben, welche gebildet werden muß, um die Beziehung der Dichtigkeiten zu den Elaſtizitäten auszudrücken; deren Entdeckung aber einer der Hauptgegenſtände dieſer experimentirenden Unterſuchungen war.

Ba

Zahl der Versuche.	Zeit, in welcher der Versu angestellt wurde. 1793.	U.	M.	ie Bemerkungen.
10.				
11	5 März.	9	0	a gehoben, und kein
12		9	15	
13		9	45	
14		10	15	t schwachem Knalle.
15		10	45	a gehoben, und kein
16	6 März.	9	0	
17		9	30	
18		10	30	gehoben.
19		11	0	lautem Knalle.
20		11	30	n gehoben, und kein
21		3	0	lautem Knalle.
22		3	15	
23		3	30	nalle gehoben.
24		3	45	er Knall schwächer.
25		4	0	t eben gehoben, kein

Setzen wir, daß dieſer Fall vorhanden ſey, nemlich, daß der Exponent des letztern Verhältniſſes von y zu x = 1 giebt, ſo können die Dichtigkeiten oder ſucceſſiven Werthe von x in einer natürlichen Reihe von Zahlen ausgedrückt werden

0, 1, 2, 3, 4 u. ſ. w. bis 1000

wo der letzte Punkt = 1000 der größten Dichtigkeit entſpricht; oder, wenn das Pulver den Raum, in welchen es eingeſchloſſen iſt, genau ausfüllt, ſo wird, wenn man z = dem veränderlichen Theile des Exponenten des Verhältniſſes von y zu x ſetzt

zu jedem der ſucceſſiven Werthe von x = 0, 1, 2, 3, 4, 5 etc.

der correſpondirende Werth von y genau durch die Gleichungen 0^{1+z}, 1^{1+z}, 2^{1+z}, 3^{1+z}, 4^{1+z} etc.

ausgedrückt werden.

Denn da der veränderliche Theil (z) dieſes Exponenten in beliebigen Dimenſionen genommen werden kann, ſo kann man an jedem gegebenen Punkte der Reihen (oder für jeden beſonderen Werth von x) ſo genommen werden, daß die Gleichung $x^{1+z} = y$ jedesmal mit dem Reſultate der Verſuche correſpondirt; wenn man dieſes thut, ſo kennt man auch den Werth von z und das Geſetz ſeiner Zunahme, ſo wie x und

nimmt; und dieſes wird dann die Beziehung von x zu y, oder der Elaſtizitäten des erzeugten Dampfes zu ihren correſpondirenden Dichtigkeiten auf eine helle und befriedigende Weiſe zeigen.

Um nicht die Länge dieſer Abhandlung, (die vielleicht ſchon zu groß ausgefallen iſt) noch weiter auszudehnen, indem ich noch ausführliche Nachricht von allen den verſchiedenen Berechnungen gebe, die ich anſtellte, um aus den Reſultaten der Verſuche der vorſtehenden Tabelle, den wirklichen Werth von z und das Verhältniß zu beſtimmen, nach welchem es zunimmt, ſo wie x vergrößert wird, will ich mich nur damit begnügen, blos die allgemeinen Reſultate dieſer Unterſuchungen anzuzeigen, und zu weiterem Unterricht auf die folgende zweite Tabelle zu verweiſen, wo die Uebereinſtimmung des darauf gegründeten Geſetzes mit den Reſultaten der voranſtehenden Verſuche nachgeſehen werden kann.

Nachdem ich aus den Reſultaten der, auf der erſten Tabelle verzeichneten Verſuche die verſchiedenen Werthe von z berechnet hatte, die allen den verſchiedenen Dichtigkeiten, oder verſchiedenen Pulverladungen von 1 Gran, oder 39 Tauſendtheilen zu 18 Gran, oder 702 Tauſendtheilen der Capazität des Laufes correſpondiren, ſo fand ich, daß wenn die Dichtigkeit des Dampfes = x in Tauſend-

Da der Lauf durch das Zerſpringen der Zündröhre zu fernerem Dienſte untüchtig geworden war, ſo wurde dieſe Reihe von Verſuchen beendigt.

Damit man ſich von den Reſultaten eine deutliche und genugthuende Vorſtellung mache, habe ich die untere Figur auf Taf. V. gezeichnet, auf welcher die gegebenen Dichtigkeiten des erzeugten elaſtiſchen Dampfes, oder (welches auf das nemliche hinaus kommt,) die Quantitäten des zu der Ladung gebrauchten Pulvers auf der Linie A B, von A nach B zu, genommen ſind, und die correſpondirenden Elaſtizitäten durch Linien angedeutet worden, die auf der Linie A B an den Punkten, wo ſich daß Maaß der Dichtigkeit endigt, ſenkrecht ſtehen.

Da die Unregelmäßigkeiten der punktirten Linie A C ohne Zweifel blos den Irrungen beizumeſſen ſind, die während der Anſtellung der Verſuche begangen wurden, ſo kann uns, wenn wir dieſe Unregelmäßigkeiten entfernen, indem wir die Linie A D ſo ziehen, daß die Irrthümer der Verſuche dadurch ins Gleiche gebracht werden, dieſe Linie A D, die nothwendiger Weiſe regelmäßig ſeyn muß, bei bloßer Betrachtung einen beträchtlichen Grad von Einſicht in die Natur der Gleichung geben, welche gebildet werden muß, um die Beziehung der Dichtigkeiten zu den Elaſtizitäten auszudrücken; deren Entdeckung aber einer der Hauptgegenſtände dieſer experimentirenden Unterſuchungen war.

Setzen wir die Dichtigkeit = x und die Elaſtizität = y, ſo wird die Linie AD der Ort der Gleichung ſeyn, die das Verhältniß von x zu y ausdrückt; und wäre die Annahme von Robins richtig geweſen, daß ſich die Elaſtizität wie die Dichtigkeit verhalte, ſo würde ſich x zu y in einem beſtändigen (einfachen) Verhältniſſe finden —; AD würde eine gerade Linie geweſen ſeyn, — und AE die Lage dieſer Linie, wenn die Beſtimmung der Gewalt des losgezündeten Schießpulvers von Robins genau und richtig angegeben worden wäre.

AD iſt aber eine krumme Linie, und dieſes beweiſet, daß das Verhältniß von x zu y veränderlich ſey; überdieſes iſt es noch eine krumme Linie, die nach der Linie AB zu, wo x geſetzt worden, convex läuft, und dieſer letztere Umſtand beweiſt, daß das Verhältniß von y zu x ſtets wachſend ſey.

Wenn gleich dieſe Verſuche ſämmtlich darauf hinauslaufen, zu beweiſen, daß das Verhältniß von y zu x wachſe, ſo wie x zunimmt, ſo werden wir doch, meiner Meynung nach, wenn wir die Sache mit Aufmerkſamkeit betrachten, Grund finden, zu ſchließen, daß der Exponent dieſes Verhältniſſes niemals geringer, als eine Einheit ſeyn könne; und ferner, daß er nothwendiger Weiſe genau dieſen Werth haben müſſe, wenn bei ſehr gering, oder = o angenommener Dichtigkeit, x und y zuſammen verſchwinden.

Setzen wir, daß dieſer Fall vorhanden ſey, nemlich, daß der Exponent des letztern Verhältniſſes von y zu x = 1 giebt, ſo können die Dichtigkeiten oder ſucceſſiven Werthe von x in einer natürlichen Reihe von Zahlen ausgedrückt werden

0, 1, 2, 3, 4 u. ſ. w. bis 1000

wo der letzte Punkt = 1000 der größten Dichtigkeit entſpricht; oder, wenn das Pulver den Raum, in welchen es eingeſchloſſen iſt, genau ausfüllt, ſo wird, wenn man z = dem veränderlichen Theile des Exponenten des Verhältniſſes von y zu x ſetzt

zu jedem der ſucceſſiven Werthe von x = 0, 1, 2, 3, 4, 5 etc.

der correſpondirende Werth von y genau durch die Gleichungen 0^{1+z}, 1^{1+z}, 2^{1+z}, 3^{1+z}, 4^{1+z} etc.

ausgedrückt werden.

Denn da der veränderliche Theil (z) dieſes Exponenten in beliebigen Dimenſionen genommen werden kann, ſo kann man an jedem gegebenen Punkte der Reihen (oder für jeden beſonderen Werth von x) ſo genommen werden, daß die Gleichung $x^{1+z} = y$ jederzeit mit dem Reſultate der Verſuche correſpondirt; wenn man dieſes thut, ſo kennt man auch den Werth von z und das Geſetz ſeiner Zunahme, ſo wie x zu

nimmt; und dieſes wird dann die Beziehung von x zu y, oder der Elaſtizitäten des erzeugten Dampfes zu ihren correſpondirenden Dichtigkeiten auf eine helle und befriedigende Weiſe zeigen.

Um nicht die Länge dieſer Abhandlung, (die vielleicht ſchon zu groß ausgefallen iſt) noch weiter auszudehnen, indem ich noch ausführliche Nachricht von allen den verſchiedenen Berechnungen gebe, die ich anſtellte, um aus den Reſultaten der Verſuche der vorſtehenden Tabelle, den wirklichen Werth von x und das Verhältniß zu beſtimmen, nach welchem es zunimmt, ſo wie x vergrößert wird, will ich mich nur damit begnügen, blos die allgemeinen Reſultate dieſer Unterſuchungen anzuzeigen, und zu weiterem Unterricht auf die folgende zweite Tabelle zu verweiſen, wo die Uebereinſtimmung des darauf gegründeten Geſetzes mit den Reſultaten der voranſtehenden Verſuche nachgeſehen werden kann.

Nachdem ich aus den Reſultaten der, auf die erſten Tabelle verzeichneten Verſuche die verſchiedenen Werthe von x berechnet hatte, die allen den verſchiedenen Dichtigkeiten, oder verſchiedenen Pulverladungen von 1 Gran, oder 39 Tauſendtheilen zu 18 Gran, oder 702 Tauſendtheilen der Capazität des Laufes correſpondiren, ſo fand ich, daß wenn die Dichtigkeit des Dampfes $= x$ in Tauſend-

theilen ausgedrückt, von 0 bis zu 1000 erhöht wird, (oder bis das Pulver völlig den Raum, in welchem es eingeſchloſſen iſt, ausfüllt,) der veränderliche Theil z des Exponenten x (1 + z) von 0 bis $\frac{4}{10}$ zunimmt. Und wenn gleich einige der Verſuche, beſonders aber diejenigen, die mit großen Ladungen Pulver angeſtellt wurden, anzudeuten ſchienen, daß, wenn x mit einer gleichförmigen und ſtäten Bewegung vergrößert wird, z mit einer beſtändig beſchleunigten Bewegung zunimmt; ſo hat mich dieſer Umſtand doch, da die Reſultate der bei weitem größten Zahl der andern Verſuche die Geſchwindigkeit der Zunahme von z als gleichförmig anzeigten, nebſt einigen andern aus der Natur des Gegenſtandes ſelbſt abgeleiteten Gründen bewogen, das Verhältniß der Zunahme von z zur Zunahme von x als feſt anzunehmen.

Wenn jedoch, während x mit einer gleichförmigen Geſchwindigkeit von 0 bis 1000 zunimmt, z mit einer gleichförmigen Geſchwindigkeit von 0 zu $\frac{4}{10}$ vergrößert wird, ſo verhält ſich z überall zu x wie $\frac{4}{10}$ zu 1000; oder $1000\,z = \frac{4}{10}\,x$, und folglicher Weiſe $z = \frac{4x}{10000}$; und wenn $x = 1$ iſt, ſo iſt $z = \frac{4}{10000} = 0{,}0004$; und wenn x größer oder kleiner als 1 vorkommt, ſo iſt $z = 0{,}0004x$; und wird z weggelaſſen, ſo wird die allgemeine Gleichung, die das Verhältniß von x zu y ausdrückt, $x^{1+0{,}0004x} = y$; und dieſes iſt auch die Gleichung, die ich brauchte, um

ganzen Reihe von Verſuchen zur Richtſchnur anzunehmen, den Verſuch auswählen, in welchem die durch das Pulver ausgeübte Gewalt die größte geweſen iſt, ſo iſt doch auch in dieſem Falle die anfängliche Gewalt des losgezündeten Schießpulvers, nach obiger Regel berechnet, viel zu gering.

Bei dem vierundachtzigſten Verſuche, wo die Ladung aus 18 Gran Pulver beſtand, und die Dichtigkeit oder der Werth von y 702 war, wurde ein Gewicht, das dem Drucke von 10,977 atmoſphäriſchem Gewichte gleich war, in die Höhe gehoben. Hier findet man den Werth von y $(= x^{1+0.0004})$ als $(702^{1.2808})$, $= 4421.7$; und um dieſen Werth von y in atmoſphäriſchem Gewichte auszudrücken, und ihn zu gleicher Zeit dem wirklichen Reſultate des Verſuches anzupaſſen, muß er durch 2.4826 multiplizirt werden; denn es verhält ſich 4421.7 (der Werth von y in gleichen Theilen ausgedrückt) zu 10,977 (deſſen Werth in atmoſphäriſchem Gewichte, wie der Verſuch gezeigt hat), wie 1 zu 2.4826, und folglich $4421.7 \times 2.4826 = 10,977$.

Wenn jetzo der Werth von y nach den nemlichen Grundſätzen berechnet wird, wenn man $x = 1000$ ſetzt, ſo wird $y = 10^{1+0.4} = 15,849$ geben; und dieſe Zahl in atmoſphäriſchem ausdrückt, indem man

Allgemeine Re[illegible]ewalt

Die Pulverladung.		Unterſchied der berechneten und der wirklichen Elaſtizität.
In Granen.	In gleichen Theilen.	In atmoſphäriſchen H.
1	39	+ 1.838
2	78	+ 17.794
3	117	— 40.973
4	156	— 11.177
5	195	+ 19.560
6	234	— 32.241
7	273	— 115.653
8	312	— 12.390
9	351	+ 79.930
10	390	+ 63.240
11	429	— 15.810
12	468	— 150.07
13	507	— 17.61
14	546	+ 27.48
15	585	— 60.76
16	624	+ 1363.17
17	663	+ 2836.66
18	702	
19	741	
20	780	
26.641	1000	

Die Uebereinſtimmung der nach der Formel $x^{1+0.0004x} = y$ berechneten Elaſtizitäten mit den wirklichen Elaſtizitäten, ſo wie ſelbige bei den Verſuchen gemeſſen wurden, kann auf der vorſtehenden Tafel nachgeſehen werden; allein man kann dieſe Uebereinſtimmung auch noch auf eine weit auffallendere Art, durch bloße Anſicht der elften Figur auf Tafel V ſehen, denn da auf dieſer Figur die Linie AD nach den berechneten Elaſtizitäten gezogen worden, ſo zeigt ihr allgemeines Zuſammenfallen mit der Linie AC, wie ſehr ſich die berechneten und die wirklichen Geſchwindigkeiten einander nähern. Und wenn die Unregelmäßigkeiten der Linie AC (welche man, wie ſchon bemerkt worden, den unvermeidlichen Irrungen bei den Verſuchen zuſchreiben muß,) corrigirt werden, ſo wird ſich finden, daß dieſe beiden krummen Linien, durch eine beträchtliche Reihe von Verſuchen hindurch, mit auſſerordentlicher Genauigkeit einander decken; allein gegen das Ende der Reihe der Verſuche, wo die Pulverladungen anſehnlich vergrößert wurden, ſcheinen die Elaſtizitäten ſchneller zugenommen zu haben, als, dem angenommenen Geſetze zufolge, hätte geſchehen ſollen.

Durch dieſen Umſtand, und die ungeheuere Gewalt, die die Ladung bei dem Verſuche ausgeübt haben muß, wo der Lauf zerplatzte, bin ich verleitet

worden, zu vermuthen, daß die elaſtiſche Gewalt des bei der Entzündung des Schießpulvers erzeugten elaſtiſchen Dampfes, wenn deſſen Dichtigkeit groß iſt, noch weit größer ſey, als dieſe Verſuche anzugeben ſcheinen; und eine fernere Unterſuchung dieſes Gegenſtandes ſchien mich in dieſer Meynung zu beſtärken.

Es iſt gezeigt worden, daß die, durch die Ladung in dem Verſuche ausgeübte Gewalt, wo der Lauf platzte, nicht geringer, als der Druck von 54,752 atmoſphäriſchem Gewichte hat ſeyn können; allein die größte Gewalt der erzeugten elaſtiſchen Flüſſigkeit, wenn, indem das Pulver den ganzen Raum, in welchem es eingeſchloſſen iſt, ausfüllt, ſeine Dichtigkeit = 1000 iſt, zeigt nach einer Berechnung ſeiner Elaſtizität mittelſt der Formel $x^{1+0.0004x} = y$, nicht mehr als = 29,178 atmoſphäriſches Gewicht.

Bei dieſer Berechnung iſt das Mittel der Reſultate von allen dieſen Verſuchen der vorhergehenden Reihe, als eine Richtſchnur angenommen worden, um den Werth von y, in atmoſphäriſchem Gewichte auszudrücken, und dieſer iſt

$y \times 1.841 = 29,178.$

Wenn wir jedoch, ſtatt die Mittelzahl aus der

ganzen Reihe von Verſuchen zur Richtſchnur anzunehmen, den Verſuch auswählen, in welchem die durch das Pulver ausgeübte Gewalt die größte geweſen iſt, ſo iſt doch auch in dieſem Falle die anfängliche Gewalt des losgezündeten Schießpulvers, nach obiger Regel berechnet, viel zu gering.

Bei dem vierundachtzigſten Verſuche, wo die Ladung aus 18 Gran Pulver beſtand, und die Dichtigkeit oder der Werth von y 702 war, wurde ein Gewicht, das dem Drucke von 10,977 atmoſphäriſchem Gewichte gleich war, in die Höhe gehoben. Hier findet man den Werth von y ($= x^{1+0.0004}$) als ($702^{1.2808}$), $= 4421.7$; und um dieſen Werth von y in atmoſphäriſchem Gewichte auszudrücken, und ihn zu gleicher Zeit dem wirklichen Reſultate des Verſuches anzupaſſen, muß er durch 2.4826 multiplizirt werden; denn es verhält ſich 4421.7 (der Werth von y in gleichen Theilen ausgedrückt) zu 10,977 (deſſen Werth in atmoſphäriſchem Gewichte, wie der Verſuch gezeigt hat), wie 1 zu 2.4826, und folglich $4421.7 \times 2.4826 = 10,977$.

Wenn jetzo der Werth von y nach den nemlichen Grundſätzen berechnet wird, wenn man $x = 1000$ ſetzt, ſo wird $y = 1000^{1+0.4} = 15,849$ geben; und dieſe Zahl in atmoſphäriſchem ausdrückt, indem man

ſie mit 2.4826 multiplizirt, giebt den Werth von $y = 39{,}346$ atmoſphäriſches Gewicht.

Dieſes reicht indeß noch immer nicht zu 54,752 atmoſphäriſchem Gewichte zu, welches, wie man wirklich fand, das Pulver überwand, wenn die Ladung den Raum ausfüllte, in welchem es eingeſchloſſen war. Allein im vierundachtzigſten Verſuche, wo 18 Gran Pulver angewandt wurden, wo das Gewicht (8081 Pfund avoirdupois) mit einem ſehr lauten Knalle in die Höhe gehoben wurde, iſt es mehr als wahrſcheinlich, daß die Gewalt des erzeugten elaſtiſchen Dampfes in der That beträchtlich größer war, als man ſie ſchätzte, nämlich, größer als der Druck von 10,977 atmoſphäriſchem Gewichte.

Ohne indeß die Zeit mit fruchtloſen Unternehmungen hinzubringen, wie wohl abweichende Verſuche zu vereinbaren ſeyn möchten, was wahrſcheinlicherweiſe nie zu Stande kommen wird, eile ich, Nachricht von einer andern Reihe von Verſuchen mitzutheilen, deren Reſultate, wie ich ſolches bekennen muß, noch weit verſchiedener, auſſerordentlicher und unerklärbarer waren.

Nachdem die Maſchine reparirt und wieder in guten Stand geſetzt worden, fiengen die Verſuche

der Hölung, in welcher ſie eingeſchloſſen iſt, ausfüllt, eine Gewalt gegen die Seiten des ſie enthaltenden Gefäßes ausübt, die dem Drucke von 9431 atmoſphäriſchem Gewichte gleich kommt; welcher Druck ſich auf 141465 Pfund avoirdupois für jeden Zoll Oberfläche beläuft.

Robins nimmt die anfängliche oder größte Gewalt der bei der Verbrennung des Schießpulvers erzeugten elaſtiſchen Flüſſigkeit (nemlich, wenn die Ladung den Raum, in welchem ſie eingeſchloſſen iſt, vollkommen ausfüllt), blos dem atmoſphäriſchen Drucke von 1000 gleich an. Es zeigt ſich indeſſen aus dem Reſultate dieſer Verſuche, daß, wenn man auch annimmt, daß ſich die Elaſtizitäten wie die Dichtigkeiten zu einander verhalten, wie ſolches Robins vorausſetzt, daß der Fall ſey, die anfängliche Gewalt dieſes erzeugten Dampfes wenigſtens zwanzigmal größer angenommen werden müſſe, als Robins ſie beſtimmte; — denn $\frac{468}{1000}$, die Dichtigkeit des elaſtiſchen Dampfes bei den Verſuchen, von welchen eben geſprochen wird, verhält ſich zu 1, deſſen Dichtigkeit, wenn das Pulver den Raum, in welchem es eingeſchloſſen iſt, ausfüllt, wie 9431 atmoſphäriſcher Druck, dem Maaße ſeiner elaſtiſchen Gewalt bei den eben angeführten Verſuchen zu 20108 atmoſphäriſchem Gewichte, welches der Theorie von Robins, in Bezug auf das Verhältniß der Elaſtizitäten zu den Dichtigkei-

ſie mit 2.4826 multiplizirt, giebt den Werth von $y = 39{,}346$ atmoſphäriſches Gewicht.

Dieſes reicht indeß noch immer nicht zu 54,752 atmoſphäriſchem Gewichte zu, welches, wie man wirklich fand, das Pulver überwand, wenn die Ladung den Raum ausfüllte, in welchem es eingeſchloſſen war. Allein im vierundachtzigſten Verſuche, wo 18 Gran Pulver angewandt wurden, wo das Gewicht (8081 Pfund avoirdupois) mit einem ſehr lauten Knalle in die Höhe gehoben wurde, iſt es mehr als wahrſcheinlich, daß die Gewalt des erzeugten elaſtiſchen Dampfes in der That beträchtlich größer war, als man ſie ſchätzte, nämlich, größer als der Druck von 10,977 atmoſphäriſchem Gewichte.

Ohne indeß die Zeit mit fruchtloſen Unternehmungen hinzubringen, wie wohl abweichende Verſuche zu vereinbaren ſeyn möchten, was wahrſcheinlicherweiſe nie zu Stande kommen wird, eile ich, Nachricht von einer andern Reihe von Verſuchen mitzutheilen, deren Reſultate, wie ich ſolches bekennen muß, noch weit verſchiedener, auſſerordentlicher und unerklärbarer waren.

Nachdem die Maſchine reparirt und wieder in guten Stand geſetzt worden, fiengen die Verſuche

im Julius des Jahres 1793 wieder an, da das Wetter um dieſe Zeit ſehr heiß war.

Der Hauptheil des Apparates, der Lauf, hatte eine weſentliche Veränderung erlitten; bei ſeiner Ausbeſſerung und Reinigung fand ſich der Durchmeſſer der Röhre an der Mündung etwas weniges vergrößert, ſo daß ein Gewicht gleich 8081 Pfund avoirdupois, ſtatt 10977 atmoſphäriſchem gleich zu ſeyn, (wie ſolches der Fall bei den vorhergehenden Verſuchen geweſen war,) jetzt gerade dem Drucke von 9431 atmoſphäriſchen gleich kam.

Obſchon ich nicht in München war, als dieſe letztere Zahl von Verſuchen unternommen wurde, ſo waren ſie doch auf mein Verlangen, und unter meiner Direktion angeſtellt worden, und ich habe keinen Grund zu zweifeln, daß ſie mit aller möglichen Sorgfalt angeſtellt worden ſind. Sie wurden alle von den nemlichen Perſonen unternommen, die die erſtern gemacht hatten; und da man annehmen kann, daß dieſe Experimentatoren praktiſche Uebung und Erfahrung erlangt hatten, und da es auch keinen Grund giebt, anzunehmen, ſie hätten mich um eines beſondern Intereſſe willen betrügen wollen, ſo kann ich die Genauigkeit ihrer Berichte durchaus nicht in Verdacht ziehen.

Verſuches übereinſtimme, und in atmoſphäriſchem Gewichte ausgedrückt werden könne, muß er durch einen gewiſſen Coeffizienten multiplizirt werden, und dieſen kann man finden, wenn man den Werth von y in atmoſphäriſchem Gewichte ausgedrückt, wie der Verſuch zeigte, durch die hier gefundene Zahl dividirt, die deſſen Werth, durch Berechnung beſtimmt, anzeigt.

Daher iſt $\frac{9431}{1479.5} = 6.3744$ dem Werthe dieſes Coeffizienten; und dieſes multiplizirt in die Zahl 1479.5 giebt 9431 für den Werth von y in atmoſphäriſchem Gewichte.

Im andern Falle, ſetzt man die Dichtigkeit = 1000 (oder, daß die Pulverladung die Hölung, in welcher ſie eingeſchloſſen iſt, vollkommen ausfüllt,) ſo wird in ſolchem Falle $1000^{1+0.4} = y = 15849$ ſeyn; und verwandelt man dieſe Zahl in atmoſphäriſches Gewicht, indem man ſie mit dem oben gefundenen Coeffizienten (= 6.3744) multiplizirt, ſo giebt dieſes 101021 atmoſphäriſches Gewicht für das Maaß der urſprünglichen Gewalt des bei der Verbrennung des Schießpulvers erzeugten elaſtiſchen Dampfes.

So ungeheuer auch dieſe Gewalt erſcheint, ſo halte ich ſie doch nicht für zu hoch angenommen; denn nichts anders, als ſolch' eine unbegreifliche Gewalt

Zahl der Versuche.	Zeit, in welcher der angestellt wi 1793.	U.	ine Bemerkungen.
Nro.			
102	4 Jul.	10	;er.
103	8 Jul.	9	und mit einem unge lautem Knalle.
104		9	r Knall sehr laut.
105		10	oben, der Knall sehr
106	17 Jul.	9	her.
107		9	
108		10	egt, kein Knall.
109		11	Fall wie zuvor.

angewandte Lauf, welcher im Verhältniß zur Größe der Hölung mehr als zehnmal ſtärker, als irgend ein anderes Feuergewehr war, durch die Gewalt des Schießpulvers geſprengt werden kannte, wenn deſſen Gewalt in der That nicht weit größer wäre, als man von jeher dieſelbe angenommen hat? Allein wir haben nicht nöthig, zu einem ſolchen Mittel unſre Zuflucht zu nehmen; um uns aus dieſer Verlegenheit zu ziehen: es iſt nichts weiter zu thun, als zu zeigen, (was nicht ſchwer ſeyn wird), daß die Verbrennung des Schießpulvers weniger ſchnell von ſtatten gehe, als man bisher geglaubt hatte, daß geſchahe, und dann fällt der gemachte Einwurf zu Boden.

Die Theorie von Robins nimmt an, daß alles Pulver, aus welchem die Ladung beſteht, nicht allein in Feuer geſetzt, ſondern auch verzehrt und „in einen elaſtiſchen Dampf verwandelt werde, ehe noch die Kugel merklich von ihrem Platze bewegt worden.“ Ich habe ſchon in dem erſtern Theile dieſer Abhandlung verſchiedene Gründe vorgebracht, welche mir zu beweiſen ſchienen, daß, obſchon die Entzündung des Schießpulvers ſehr ſchnell von ſtatten gehe, die Fortſchritte von deſſen Verbrennung doch keinesweges ſo augenblicklich ſeyen, als man ſich eingebildet hat. Ich will jetzt eine Nachricht von einigen Verſuchen mittheil-

Zahl der Versuche.	Zeit, in welcher der angestellte wi… 1793.	U.	ine Bemerkungen.
Nro.			
102	4 Jul.	10	…er.
103	8 Jul.	9	…und mit einem unge… lautem Knalle.
104		9	…r Knall sehr laut.
105		10	…oben, der Knall sehr
106	17 Jul.	9	…her.
107		9	
108		10	…egt, kein Knall.
109		11	…Fall wie zuvor.

Es ergiebt ſich aus der vorſtehenden Tabelle, daß am erſten Julius Nachmittags das Gewicht (welches eine ſchwere metallene Kanone, ein Vierundzwanzigpfünder, von 8081 Pfund avoirdupois-Gewicht war,) durch zwölf Gran Pulver nicht gehoben wurde, daß es aber dreizehn Gran mit einem hörbaren, wiewohl ſchwachen Knalle lüfteten. — Daß es am folgenden Morgen, den zweiten Julius um zehn Uhr, zweimal durch zwei Ladungen von 12 Gran gehoben wurde; — daß es am Morgen des dritten Julius weder durch 12, noch durch 13 Gran gehoben wurde; daß es aber 14 Gran gerade lüfteten. — Daß am Nachmittage des nemlichen Tages zwei Verſuche mit 14 Gran Pulver angeſtellt wurden, wo bei keinem das Gewicht gehoben ward; daß jedoch ein anderer Verſuch, bei welchem 15 Gran Schießpulver gebraucht wurden, daſſelbe mit einem mäßigen Knalle lüfteten. — Daß am Morgen des achten Julius bei zwei Verſuchen, einer mit 15 Gran Pulver und der andere mit 13 Gran, das Gewicht mit einem lauten Knalle gehoben wurde. Und endlich, daß bei den beiden nachfolgenden Verſuchen, die den ſiebenzehnten Julius Vormittags angeſtellt wurden, das Gewicht von Ladungen, deren jede 12 Gran betrug, gehoben ward.

Hieraus gehet hervor, daß unter den, der Entwickelung der Gewalt des Schießpulvers günſtigſten Umſtänden, eine Ladung (= 12 Gran), welche $\frac{A^{0,8}}{1000}$

der Hölung, in welcher ſie eingeſchloſſen iſt, ausfüllt, eine Gewalt gegen die Seiten des ſie enthaltenden Gefäßes ausübt, die dem Drucke von 9431 atmoſphäriſchem Gewichte gleich kommt; welcher Druck ſich auf 141465 Pfund avoirdupois für jeden Zoll Oberfläche beläuft.

Robins nimmt die anfängliche oder größte Gewalt der bei der Verbrennung des Schießpulvers erzeugten elaſtiſchen Flüſſigkeit (nemlich, wenn die Ladung den Raum, in welchem ſie eingeſchloſſen iſt, vollkommen ausfüllt), blos dem atmoſphäriſchen Drucke von 1000 gleich an. Es zeigt ſich indeſſen aus dem Reſultate dieſer Verſuche, daß, wenn man auch annimmt, daß ſich die Elaſtizitäten wie die Dichtigkeiten zu einander verhalten, wie ſolches Robins vorausſetzt, daß der Fall ſey, die anfängliche Gewalt dieſes erzeugten Dampfes wenigſtens zwanzigmal größer angenommen werden müſſe, als Robins ſie beſtimmte; — denn $\frac{468}{1000}$, die Dichtigkeit des elaſtiſchen Dampfes bei den Verſuchen, von welchen eben geſprochen wird, verhält ſich zu 1, deſſen Dichtigkeit, wenn das Pulver den Raum, in welchem es eingeſchloſſen iſt, ausfüllt, wie 9431 atmoſphäriſcher Druck, dem Maaße ſeiner elaſtiſchen Gewalt bei den eben angeführten Verſuchen zu 20108 atmoſphäriſchem Gewichte, welches der Theorie von Robins, in Bezug auf das Verhältniß der Elaſtizitäten zu den Dichtigkei-

Verſuches übereinſtimme, und in atmoſphäriſchem Gewichte ausgedrückt werden könne, muß er durch einen gewiſſen Coeſſizienten multiplizirt werden, und dieſen kann man finden, wenn man den Werth von y in atmoſphäriſchem Gewichte ausgedrückt, wie der Verſuch zeigte, durch die hier gefundene Zahl dividirt, die deſſen Werth, durch Berechnung beſtimmt, anzeigt.

Daher iſt $\frac{9431}{1479.5} = 6.3744$ dem Werthe dieſes Coeffizienten; und dieſes, multiplizirt in die Zahl 1479.5 giebt 9431 für den Werth von y in atmoſphäriſchem Gewichte.

Im andern Falle, ſetzt man die Dichtigkeit = 1000 (oder, daß die Pulverladung die Hölung, in welcher ſie eingeſchloſſen iſt, vollkommen ausfüllt,) ſo wird in ſolchem Falle $1000^{1+0.4} = y = 15849$ ſeyn; und verwandelt man dieſe Zahl in atmoſphäriſches Gewicht, indem man ſie mit dem oben gefundenen Coeſſizienten ($= 6.3744$) multiplizirt, ſo giebt dieſes 101021 atmoſphäriſches Gewicht für das Maaß der urſprünglichen Gewalt des bei der Verbrennung des Schießpulvers erzeugten elaſtiſchen Dampfes.

So ungeheuer auch dieſe Gewalt erſcheint, ſo halte ich ſie doch nicht für zu hoch angenommen; denn nichts anders, als ſolch' eine unbegreifliche Gewalt

geſetzt worden, kann man kaum bezweifeln. Es trat dieſer Fall ſicher bei manchen Verſuchen ein, denn ſie kamen brennend bei dem Schirme an, und verbrannten das Papier; und bei den Verſuchen, wo ſie mit einer ſchwächeren Geſchwindigkeit fortgetrieben wurden, ſah man ſie oftmals brennend durch die Luft fahren; in ſolchen Fällen fand man auch keine Spuren von ihnen wieder.

Sie giengen bisweilen, entzündet, durch einige der vorderen Schirme, ohne ſie in Flamme zu ſetzen, und zündeten blos einen oder mehrere der hinterſten an, und giengen hierauf weiter, um gegen das Bret zu treffen, welches ſich in einer Entfernung von zwölf Zoll hinter dem letzten Schirme befand.

Es wird kaum für mich nothwendig ſeyn, zu bemerken, daß alle dieſe Verſuche beweiſen, wie weit die Entzündung des Schießpulvers entfernt ſey, ſo augenblicklich von ſtatten zu gehen, als man ſich bisher einbildete. Ich will nur noch eines Verſuches Erwähnung thun, bei welchem dieſes auf eine noch auffallendere Weiſe, aber nicht weniger entſcheidend gezeigt wurde. Ein kleines Stück glühendes Eiſen wurde in die Kammer einer gemeinen Piſtole gethan, und dieſe letztere in einem Winkel von ohngefähr 45 Grad erhoben; wie man nun eine von den kleinen Pulverkügelchen (von der Größe einer Erbſe) in den Lauf hinein-

angewandte Lauf, welcher im Verhältniß zur Größe der Hölung mehr als zehnmal ſtärker, als irgend ein anderes Feuergewehr war, durch die Gewalt des Schießpulvers geſprengt werden konnte, wenn deſſen Gewalt in der That nicht weit größer wäre, als man von jeher dieſelbe angenommen hat? Allein wir haben nicht nöthig, zu einem ſolchen Mittel unſre Zuflucht zu nehmen, um uns aus dieſer Verlegenheit zu ziehen: es iſt nichts weiter zu thun, als zu zeigen, (was nicht ſchwer ſeyn wird), daß die Verbrennung des Schießpulvers weniger ſchnell von ſtatten gehe, als man bisher geglaubt hatte, daß geſchahe, und dann fällt der gemachte Einwurf zu Boden.

Die Theorie von Robins nimmt an, daß alles Pulver, aus welchem die Ladung beſteht, nicht allein in Feuer geſetzt, ſondern auch verzehrt und „in einen elaſtiſchen Dampf verwandelt werde, ehe noch die Kugel merklich von ihrem Platze bewegt worden.“ Ich habe ſchon in dem erſtern Theile dieſer Abhandlung verſchiedene Gründe vorgebracht, welche mir zu beweiſen ſchienen, daß, obſchon die Entzündung des Schießpulvers ſehr ſchnell von ſtatten gehe, die Fortſchritte von deſſen Verbrennung doch keinesweges ſo augenblicklich ſeyen, als man ſich eingebildet hat. Ich will jetzt eine Nachricht von einigen Verſuchen mittheil-

len, welche dieſen Gegenſtand auſſer allen Zweifel ſetzen.

Es iſt in der That ſehr wohl bekannt, daß bei dem Abſchießen von Feuergewehren aller Art, Kanonen und Mörſern ſowohl als Flinten, jederzeit eine beträchtliche Menge von unentzündeten Körnern Schieſspulvers mit herausgeſchoſſen werden; und, was ſehr merkwürdig iſt, und, weil es unmittelbar zu einer Entdeckung der Urſache dieſer Erſcheinung hinführt, unſere Aufmerkſamkeit in hohem Grade verdient, dieſe Körner werden nicht blos aus der Mündung des Gewehres herausgetrieben; ſondern ſie kommen auch aus deſſen Zündloche, wo das Feuer hineindringt, um die Ladung zu entzünden, wie ſolches manche Perſonen, die das Unglück hatten, mit dem Geſichte dem Zündloche einer Muskete zu nahe zu ſtehen, wenn ſie abgefeuert wurde, auf ihre Unkoſten erfahren haben.

Nun ſcheint es mir äuſſerſt unwahrſcheinlich, wo nicht ganz unmöglich, daß ein wirklich in der Kammer des Laufes befindliches Korn Schießpulver, was völlig mit Flamme umgeben iſt, durch die Wirkung dieſer nemlichen Flamme herausgetrieben werden könne, ohne in Brand zu gerathen. Wenn jedoch dieſe nemlichen Körner wirklich entzündet ſind, wenn ſie aus dem Laufe herauskommen, und nachmals in einer

gewiſſen Entfernung davon unverzehrt angetroffen werden, ſo iſt ſolches, meiner Meinung nach, ein entſcheidender Beweis, daß nicht allein die Entzündung des Schießpulvers nicht ſo ſchleunig von ſtatten gehe, als man ſich im Durchſchnitte immer gedacht hat, ſondern auch, (was man ohne Zweifel für ganz unglaublich halten wird,) daß bei einem Korn Schießpulver, welches wirklich entzündet iſt, und mit der äuſſerſten Heftigkeit über die ganze Ausdehnung ſeiner Oberfläche brennt, wenn es mit einer ſehr großen Geſchwindigkeit in eine kalte Atmoſpäre geſchleudert wird, das Feuer auslöſcht, und der überbleibende Theil dieſes Kornes zu Boden fällt, unverändert, und ſo entzündlich wie zuvor.

Dieſe auſſerordentliche Thatſache wurde, über allen Zweifel erhaben, durch die nachfolgenden Verſuche ausgemacht. Nachdem ich mir aus einer Pulvermühle in der Nachbarſchaft der Stadt München eine Quantität von Schießpulver hatte kommen laſſen, welches ſämmtlich von einer Maſſe war, deſſen Körner aber eine verſchiedene Geſtalt und Größe hatten, indem einige ſo klein wie die feinſten Battlepulverkörner, und die größten faſt ſo dick wie eine große Erbſe waren, brachte ich eine Anzahl von vertikalen Schirmen von ſehr dünnem Papier, einen hinter den andern, ſo daß jeder vom nächſten zwölf Zoll weit entfernt war; indem ich jetzt eine gemeine Flinte zu wiederholten

andern Ort dahinter eingräbt, wenn man blos den Verluſt an Gewalt verhindert, der durch die ſogenannte Drehung oder den Spielraum der Kugel entſteht; wie ich ſolches mehr als einmal durch einen wirklichen Verſuch gefunden habe.

Ich beſitze eine Flinte, aus welcher ich mit einer gewöhnlichen Flintenladung von Schießpulver, zwei Kugeln mit einemmale, mit der nemlichen Geſchwindigkeit abfeuere, als eine einfache Kugel aus einer Flinte nach der gewöhnlichen Einrichtung, mit der nemlichen Pulverladung, fortgeſchoſſen wird. Und, was den Verſuch noch weit auffallender macht — der Durchmeſſer des Laufes meiner Flinte iſt genau der nemliche, wie bei einer gewöhnlichen, blos den Theil deſſelben ausgenommen, wo er an die Kammer ſtößt, woſelbſt die Höhlung gerade ſo weit zuſammengezogen iſt, daß die Kugel, welche ſich zunächſt am Pulver befindet, feſt darinne ſtecken kann. Ich muß hierbei noch bemerken, daß, obgleich die Kugeln von gewöhnlicher Größe, und folglicherweiſe beträchtlich kleiner im Durchmeſſer, als die Röhre ſind, man Mittel angewandt hat, welche dem Verluſte durch die Drehung wirklich vorbeugen; und dieſem letztern Umſtande iſt es ohne Zweifel am meiſten beizumeſſen, daß die Ladung eine ſo große Gewalt auszuüben ſcheint, indem ſie die Kugeln forttreibt.

den Schirm ganz, und giengen bisweilen durch ſämmtliche Schirme (deren fünf an der Zahl waren) ohne zerbrochen zu werden, hindurch.

Wenn ſie durch größere Ladungen, und folglich mit großer Geſchwindigkeit fortgetrieben wurden, hatten ſie ſich ſelten entzündet, als ſie beim erſten Schirm ankamen, welches ſich nicht allein daraus erkennen ließ, daß ſie das Papier nicht anbrannten, (was bisweilen der Fall war,) ſondern auch daran, daß man ſie in einem weichen Brete ſtecken fand, gegen welches ſie anprallten, nachdem ſie durch alle fünf Schirme hindurchgedrungen waren; oder auch, indem ſie ſichtbare Spuren zurückließen, daß ſie gegen daſſelbe gewirkt hatten, und nur nachher zerbrochen, und durch den Anprall verſtreut worden waren.

Dieſe Stücken fand man oft auf dem Boden liegen, und ſowohl aus ihrer Geſtalt und Dimenſionen, als auch aus andern Erſcheinungen, war es oft ganz augenſcheinlich, daß die kleine Pulverkugel entzündet geweſen, und ihr Durchmeſſer durch die Verbrennung vermindert worden ſey, ehe das Feuer ausgelöſcht war, indem die Kugel in eine kalte Atmoſphäre geſchleudert worden.

Daß dieſe Kugeln oder große Pulverkörner durch die Verbrennung der Ladung jederzeit ſeyen in Flamme

geſetzt worden, kann man kaum bezweifeln. Es trat dieſer Fall ſicher bei manchen Verſuchen ein, denn ſie kamen brennend bei dem Schirme an, und verbrannten das Papier; und bei den Verſuchen, wo ſie mit einer ſchwächeren Geſchwindigkeit fortgetrieben wurden, ſah man ſie oftmals brennend durch die Luft fahren; in ſolchen Fällen fand man auch keine Spuren von ihnen wieder.

Sie giengen bisweilen, entzündet, durch einige der vorderen Schirme, ohne ſie in Flamme zu ſetzen, und zündeten blos einen oder mehrere der hinterſten an, und giengen hierauf weiter, um gegen das Bret zu treffen, welches ſich in einer Entfernung von zwölf Zoll hinter dem letzten Schirme befand.

Es wird kaum für mich nothwendig ſeyn, zu bemerken, daß alle dieſe Verſuche beweiſen, wie weit die Entzündung des Schießpulvers entfernt ſey, ſo augenblicklich von ſtatten zu gehen, als man ſich bisher einbildete. Ich will nur noch eines Verſuches Erwähnung thun, bei welchem dieſes auf eine noch auffallendere Weiſe, aber nicht weniger entſcheidend gezeigt wurde. Ein kleines Stück glühendes Eiſen wurde in die Kammer einer gemeinen Piſtole gethan, und dieſe letztere in einem Winkel von ohngefähr 45 Grad erhoben; wie man nun eine von den kleinen Pulverkügelchen (von der Größe einer Erbſe) in den Lauf hinein-

rollen ließ, ſo fieng dieſes Feuer und wurde durch den, bei ſeiner eigenen Verbrennung erzeugten elaſtiſchen Dampf in die Atmoſphäre herausgetrieben, indem es einen ſehr ſchönen Schweif von Licht hinter ſich ließ, und gleich einer Sternſchnuppe, mit einemmal verſchwand.

Dieſer unterhaltende Verſuch wurde ſehr oft wiederholt, und mit Kugeln von verſchiedener Größe. Wenn man nur ganz kleine allein nahm, ſo wurden ſie gewöhnlich ganz verzehrt, ehe ſie aus dem Laufe der Piſtole herauskamen; allein wenn mehrere zugleich angewandt wurden, ſo ſprangen einige, wo nicht alle, in Flamme geſetzt, in die Luft heraus.

Ich ſchließe dieſe Abhandlung mit einigen Bemerkungen über den praktiſchen Gebrauch und die Verbeſſerungen, die aus dieſen Entdeckungen, in Bezug auf die große Expanſivkraft des bei der Verbrennung des Schießpulvers erzeugten elaſtiſchen Dampfes, wahrſcheinlich abgeleitet werden können.

Da die Langſamkeit der Verbrennung des Schießpulvers ohne Zweifel die Urſache iſt, welche deſſen ungeheure und faſt unglaubliche Gewalt zu entdecken verhindert hat, ſo iſt es gewiß, daß der kürzeſte Weg, ſeine Wirkſamkeit zu vergrößern, der ſeyn wird, Subſtanzen hinzuzufügen, die ſeine Entzündung und

Verbrennung beſchleunigen. Dieſes kann auf verſchiedenerlei Weiſe bewerkſtelligt werden, die einfachſte und wirkſamſte Art unter allen würde aber wohl meiner Meinung nach die ſeyn, der Pulverladung Feuer zu geben, indem man (durch eine kleine Oeffnung) die Flamme einer kleineren Ladung in ihre Mitte hinein ſchöſſe.

Ich richtete nach dieſer Idee ſchon vor mehreren Jahren ein Inſtrument vor, welches zum Abfeuern der Kanonen beſtimmt ſeyn ſollte, und es wurde bei wiederholten Proben für nützlich befunden, — in der Ausübung für bequem, — und übeln Zufällen nicht ausgeſetzt. Es überhebt gleichfalls der Nothwendigkeit, Zündpulver — Zündlöcher, — und Lunten oder dergl. anwenden zu müſſen; aus allen dieſen Rückſichten glaubte ich, es könne bei der brittiſchen Marine gebraucht werden. Ob dieſes wirklich ſo gefunden worden, oder nicht, habe ich nicht wieder gehört.

Eine andere untrügliche Methode, die Wirkung des Schießpulvers bei Feuergewehren von aller Art und Größe ſehr anſehnlich zu vermehren, würde die ſeyn, wenn man die Kugel ſo einrichtete, daß ſie den Lauf genau ausfüllte, oder wenigſtens an dem Orte deſſelben keinen Spielraum hätte, wo ſie auf der Ladung aufruht. Denn wenn

Daß die coniſche Geſtalt des unteren Theiles der Hölung im Laufe, wo ſie mit der Kammer aneinander ſtößt, einen beträchtlichen Theil an der Hervorbringung dieſes auſſerordentlichen Effektes hat, iſt indeß wiederum ſehr gewiß, wie ich es denn auch durch Verſuche beſtätigt gefunden habe, die bloß in der Abſicht angeſtellt wurden, die Thatſache auſſer Zweifel zu ſetzen.

Ich will dieſe Abhandlung mit einer Berechnung beſchließen, welche zeigen ſoll, daß die Gewalt des, durch die Verbrennung des Schießpulvers erzeugten elaſtiſchen Dampfes, ſo ungeheuer ſie auch iſt, doch ganz gut nach der Vorausſetzung geſchätzt werden könne, daß ſie blos und allein auf der Elaſtizität des wäſſerigen Dampfes oder Dunſtes beruhe.

Es iſt durch eine Menge von Verſuchen, die ſowohl in England, als auch in andern Ländern, angeſtellt worden, und neuerlich durch die ſehr wohl angeſtellte Reihe von Experimenten des Herrn de Betancour in Frankreich, welche in Paris unter den Auſpicien der königlichen Akademie der Wiſſenſchaften im Jahr 1790 bekannt gemacht worden ſind; gezeigt worden, daß die Elaſtizität des Waſſerdampfes durch jede Erhöhung der Temperatur gleich 30 Graden des Fahrenheitiſchen Thermometers verdoppelt werde.

Nehmen wir jetzt eine Hölung von beliebigen Dimenſionen (z. B. in der Capazität einem Kubikzolle gleich) an, die mit Schießpulver angefüllt wäre, und daß durch die Verbrennung deſſelben, und der daraus entſtehenden Folgen, dieſer Raum mit Waſſerdampf angefüllt werde, (und ich will gegenwärtig zeigen, daß das Waſſer, welches im Pulver als Waſſer vorhanden iſt, überflüſſig zureicht, dieſen Dampf zu erzeugen), ſo können wir, wenn wir die bei der Verbrennung des Pulvers dieſem Dampfe mitgetheilte Hitze kennen, die Elaſtizität berechnen, welche dieſer Dunſt verlangt, um ſo weit erhitzt zu werden.

Nun iſt es aber gewiß, daß die bei der Verbrennung des Schießpulvers erzeugte Hitze, möglicher Weiſe, nicht geringer ſeyn kann, als die des rothglühenden Eiſens. Sie iſt wahrſcheinlich noch weit größer, allein wir wollen annehmen, daß ſie nur 1000 Graden der Fahrenheitiſchen Skale gleich komme, oder etwas geringer, als das am Tageslicht ſichtbar rothglühende Eiſen hat. Dieſes iſt ohngefähr um ſoviel heißer, als kochendes Leinſaamenöl, um ſoviel dieſes heißer wie kochendes Waſſer iſt.

Da die elaſtiſche Gewalt des Dampfes eben dem mittleren Drucke der Atmoſphäre gleich iſt, wenn deſſen Temperatur die nemliche, wie die des kochenden Waſſers, oder 212 Grad des Fahrenheitiſchen

bei einer Temperatur von 602° + 30° = 632° die Elaſtizität gleich dem Drucke von 16,384 Atmoſphäre iſt;
bei 632° + 30° = 662° 32,768 — — —
bei 662° + 30° = 692° 65,536 — — —

und bei 692° + 30° = 722° wird die Elaſtizität ſo viel als der Druck von 131,072 Atmoſphäre betragen, welches 130mal größer, als von Robins dem, bei der Verbrennung des Schießpulvers erzeugten Dampfe zugeſchrieben worden; und ohngefähr um ein Sechstheil größer iſt, als meine Verſuche anzeigten.

Allein eben hier iſt die Hitze weit geringer, als wie ſie unbezweifelt bei der Verbrennung des Schießpulvers erzeugt wird. Die Temperatur, welche durch 722° der Fahrenheitiſchen Skale (welches nur 122 Grad höher, als die Temperatur des kochenden Queckſilbers, oder kochenden Leinſaamenöles iſt); iſt für die Hitze des Eiſens, welches ſichtbar bei Tageslicht rothglüht, um 355 Grade zu gering: allein die Flamme des Schießpulvers kann, wie man gefunden hat, Kupfer ſchmelzen, wenn dieſes Metall in kleinen Partikelchen mit dem Pulver zuſammengemiſcht worden; und es iſt ſehr gut bekannt, daß, um Kupfer zu ſchmelzen, eine Hitze von 3807 Grade Fahrenheit erfodert wird; 2730 Grad über die Hitze des glühenden Eiſens, oder 3085 Grad höher, als die Temperatur,

welche dem Dampfe eine Elaſtizität, gleich dem Drucke von 131072 Atmoſphäre, giebt.

Daß die Elaſtizität des Dampfes, durch die Hitze in dem hier angenommenen Verhältniſſe wirklich ſich vergrößern würde, kann man kaum in Zweifel ziehen. Man hat ſie in dieſem Verhältniſſe überall, bei allen Veränderungen der Temperatur, zwiſchen dem Siedepunkte des Waſſers (ich kann eben ſo gut ſagen, dem Gefrierpunkte des Waſſers), und dem von 280° der Fahrenheitiſchen Skale zunehmen ſehen; und es ſcheint kein Grund vorhanden zu ſeyn, warum das nemliche Geſetz nicht in höheren Temperaturen Statt finden ſollte.

Vielleicht könnte hier ein Zweifel, in Bezug auf das Vorhandenſeyn einer hinlänglichen Quantität Waſſer in dem Schießpulver entſtehen, um den Raum, in welchem dieſes abgefeuert wird, in dem Augenblicke der Exploſion mit Dampf auszufüllen; allein dieſer Zweifel kann leicht gehoben werden.

Das beſte Schießpulver, ſolches, wie ich zu meinen Verſuchen brauchte, beſteht aus 70 Theilen (dem Gewichte nach) Salpeter, 18 Theilen Schwefel, und 12 Theilen Kohle; demnach enthalten hundert Theile dieſes Pulvers $67\frac{3}{5}$ Theile Salpeter, $17\frac{1}{5}$ Theile Schwefel und von der Kohle $15\frac{1}{5}$ Theile.

Kirwan hat gezeigt, daß in hundert Theilen Salpeter 7 Theile Kryſtalliſationswaſſer befindlich ſind; folglich müſſen in 100 Theilen Schießpulver, welche nur $67\frac{3}{16}$ Theile Salpeter enthalten, $4\frac{711}{1000}$ Waſſer ſeyn.

Jetzt aber, da ein Kubikzoll Schießpulver, wenn dieſes letztere wohl durch einander gerüttelt iſt, genau ſoviel wie ein Kubikzoll Waſſer bei der Temperatur von 55° Fahrenheit, nemlich 253,175 Gran Troygewicht, wiegt, ſo muß ein Kubikzoll Schießpulver in ſeinem trockenſten Zuſtande zum wenigſten $10\frac{927}{1000}$ Gran Waſſer enthalten; denn 100 verhält ſich zu 4,711 wie 253,175 zu 10,927. Allein auſſer dem Kryſtalliſationswaſſer, welches ſich in dem Salpeter befindet, exiſtirt auch noch eine anſehnliche Menge von Waſſer im Schießpulver, in dem Zuſtande, in welchem es die Körper feucht oder dunſtig macht. Man hat gefunden, daß die der freien Luft ausgeſetzte Holzkohle faſt $\frac{1}{6}$ ihres Gewichtes Waſſer abſorbirt; und bei Verſuchen, die ich über das Schießpulver anſtellte, um deſſen Verluſt an Gewicht zu beſtimmen, wenn es ſehr getrocknet wird, und dieſes verlorne Gewicht wieder gewinnt, wenn man das Pulver der Luft ausſetzt, habe ich Grund gehabt, zu glauben, daß die Kraft der Holzkohle, welche einen Beſtandtheil des Schießpulvers ausmacht, Waſſer einzuſaugen, ungeſchwächt bleibt, und daß ſie wirklich ſo viel Waſſer

Schießpulver 10.927 Gran Kryſtalliſationswaſſer, und 4.873 Gran Waſſer in dem Zuſtande von Feuchtigkeit enthält. Folglich iſt die Quantität des im Schießpulver enthaltenen Kryſtalliſationswaſſers ſechsundachtzigmal größer, und die Quantität, welche darinn in einem Zuſtande von Feuchtigkeit enthalten iſt, achtunddreißigmal größer, als die, welche erfodert werden würde, um eine Quantität von Dampf zu bilden, welche hinlänglich wäre, den durch das Pulver eingenommenen Raum vollkommen auszufüllen.

Und aus allem dieſen können wir jetzt den Schluß ziehen, daß die wirklich im Schießpulver exiſtirende Quantität Waſſer überhinreichend ſey, alle den Dampf zu erzeugen, der nöthig ſeyn würde, um die bei der Verbrennung des Schießpulvers ſich offenbarende Gewalt zu erklären (vorausgeſetzt, daß dieſe Gewalt blos auf der Wirkung des Dampfes beruhe), ſelbſt auch, wenn bei der Verbrennung dieſes Schießpulvers kein Waſſer erzeugt werden ſollte. Es iſt ebenfalls auch ſehr wahrſcheinlich, daß vieles davon noch fehle, und daß die Gewalt des Schießpulvers noch größer ausfallen würde, wenn man die in demſelben befindliche Quantität von Waſſer vermindern könnte.

Aus dieſer Berechnung würde hervorgehen, daß

dem mittleren Drucke der Atmoſphäre in Dampf verwandelt wäre, einen Raum, gleich der Capazität eines Kubikzolles auszufüllen, ſo werden wir finden, daß ſowohl das in dem Salpeter enthaltene, welches in die Zuſammenſetzung eines Kubikzolles Schießpulver, als Kryſtalliſationswaſſer eingeht, als auch der kleine Theil, welcher im Pulver in dem Zuſtande von Feuchtigkeit exiſtirt, dazu mehr als hinlänglich ſind.

Obſchon die Dichtigkeit des Dampfes nicht mit dem Grade von Genauigkeit beſtimmt worden iſt, der zu wünſchen wäre, ſo iſt es doch völlig gewiß, daß er bei einer Temperatur von 212° Fahrenheit, nicht geringer als 2000mal dünner, als Waſſer, ſeyn kann. Einige haben ihn mehr als 10,000mal dünner als das Waſſer angenommen; und man hat Verſuche angeſtellt, um dieſe Meynung nicht unwahrſcheinlich zu machen; aber wir wollen ſeine Dichtigkeit nach der äuſſerſten Schätzung annehmen, und ſie blos auf zweytauſendmal geringer, wie die des Waſſers, ſetzen. Da nun ein Kubikzoll Waſſer 253.175 Gran wiegt, ſo wird das Waſſer, welches bei einer Temperatur von 212° in einem Kubikzolle Dampf enthalten iſt, $\frac{1}{2000}$ Theil von 253.175 Gran, oder 0.12659 eines Granes ausmachen.

Allein wir haben geſehen, daß ein Kubikzoll

Schießpulver 10.927 Gran Kryſtalliſationswaſſer, und 4.873 Gran Waſſer in dem Zuſtande von Feuchtigkeit enthält. Folglich iſt die Quantität des im Schießpulver enthaltenen Kryſtalliſationswaſſers ſechsundachtzigmal größer, und die Quantität, welche darinn in einem Zuſtande von Feuchtigkeit enthalten iſt, achtunddreißigmal größer, als die, welche erfodert werden würde, um eine Quantität von Dampf zu bilden, welche hinlänglich wäre, den durch das Pulver eingenommenen Raum vollkommen auszufüllen.

Und aus allem dieſen können wir jetzt den Schluß ziehen, daß die wirklich im Schießpulver exiſtirende Quantität Waſſer überhinreichend ſey, alle den Dampf zu erzeugen, der nöthig ſeyn würde, um die bei der Verbrennung des Schießpulvers ſich offenbarende Gewalt zu erklären (vorausgeſetzt, daß dieſe Gewalt blos auf der Wirkung des Dampfes beruhe), ſelbſt auch, wenn bei der Verbrennung dieſes Schießpulvers kein Waſſer erzeugt werden ſollte. Es iſt ebenfalls auch ſehr wahrſcheinlich, daß vieles davon noch fehle, und daß die Gewalt des Schießpulvers noch größer ausfallen würde, wenn man die in demſelben befindliche Quantität von Waſſer vermindern könnte.

Aus dieſer Berechnung würde hervorgehen, daß

die Schwierigkeit nicht ſowohl iſt, die wirklich durch das losgeſchoſſene Schießpulver ausgeübte Gewalt zu erklären, als vielmehr den Grund auseinander zu ſetzen, warum es nicht eine noch größere Gewalt ausübe. Allein ich überlaſſe dieſe Unterſuchungen denjenigen, welche mehr Zeit haben, ſie weiter zu verfolgen, als ich im gegenwärtigen Falle.

III.

Angehängte

Bemerkungen.

Angehängte

Bemerkungen.

Wenn gleich kein Grund vorhanden iſt, an der Genauigkeit der Verſuche des Herrn Betancour zu zweifeln, ſo iſt doch noch ein wichtiger Punkt übrig, welcher immer erſt ausgemacht werden muß, ehe die Hypotheſe, welche ich auf die Reſultate dieſer Verſuche zu gründen unternommen habe, nemlich die bei der Verbrennung des Schießpulvers durch den Dampf ausgeübte Gewalt betreffend, angenommen werden kann.

Der Dampf, deſſen elaſtiſche Gewalt bei Betancour's Verſuchen gemeſſen wurde, blieb beſtändig in Berührung mit Waſſer, in einem flüſſigen Zuſtande. — Wieviel trug die Gegenwart dieſes Waſſers, und die fortſchreitende Veränderung eines Theiles deſſelben in Dampf, ſo wie die Hitze allmäh-

Druck der Atmoſphäre austrägt. Oder, (um uns der in der vorigen Abhandlung gebrauchten Sprache zu bedienen) — ſeine Gewalt würde 250 Atmoſphären gleich ſeyn.

Dieſes iſt aber in der That ſehr weit von 100,000 Atmoſphären entfernt, — welche Expanſivkraft wir dem losgezündeten Schießpulver zugeſchrieben haben — wir wollen indeß ſehen, wie weit die, bei der Entzündung des Schießpulvers erzeugte Hitze angenommen werden kann, daß ſie die Expanſivkraft der elaſtiſchen Flüſſigkeiten erhöhe, welche bei dieſem Prozeſſe erzeugt worden ſind.

Durch die Verſuche des verſtorbenen Generals Roy iſt es bewieſen worden, daß die Expanſivkraft der gemeinen atmoſphäriſchen Luft durch eine Zunahme von Hitze verdoppelt werde, welche durch 437 Grade der Fahrenheitiſchen Skale angezeigt wird; und ich wurde kürzlich von dem vortrefflichen Phyſiker und Chemiker, Herrn Berthollet, berichtet, daß er durch wiederholte Verſuche gefunden habe, daß die Ausdehnungen durch Hitze, bei allen Gasarten oder verſchiedenen Sorten bleibend elaſtiſcher Flüſſigkeiten genau die nemlichen ſind, der Unterſchied ihrer ſpezifiſchen Schweren, oder ihrer chemiſchen und andern Eigenſchaften ſey auch welcher er wolle.

Setzen wir jetzt, daß die bei der Verbrennung des Schießpulvers erzeugten, bleibend elaſtiſchen Flüſſigkeiten bei ihren Ausdehnungen durch Hitze das nemliche Geſetz befolgen, ſo können wir durch Berechnung leicht beſtimmen, um wie viel die Expanſivkraft dieſer Flüſſigkeiten durch eine gegebene Vermehrung von Hitze erhöht werden müßte.

Wenn die Temperatur der atmoſphäriſchen Luft 60° Fahrenh. beträgt, wenn die Expanſivkraft der permanent elaſtiſchen Flüſſigkeit, die durch die Verbrennung des Schießpulvers erzeugt wird — bei dieſer Temperatur — gleich 250 Atmoſphären iſt; ſo kann, wenn die Temperatur dieſer Flüſſigkeit um 437 Grad erhöht, oder 497° der Fahrenheitiſchen Thermometerſkale wird (60° + 437° = 497°), kein Zweifel ſeyn, daß nicht die elaſtiſche Kraft derſelben verdoppelt werde, oder daß ſie 500mal größer, als der mittlere Druck der Atmoſphäre ausfallen müſſe.

Wenn nun deren Temperatur nochmals um 437 Grad höher getrieben, oder wenn ſie bis 934° Fahrenheit erhitzt wird —, ſo wird ihre Elaſtizität wiederum verdoppelt, und = 1000 Atmoſphären werden, welches die anfängliche Gewalt des, bei der Verbrennung des Schießpulvers erzeugten elaſtiſchen Dampfes, nach Robins, iſt.

Allein es giebt einige ſtarke Gründe zu vermuthen, daß die bei der Verbrennung des Schießpulvers erzeugte Hitze bei weitem höher ſey, als die durch 937° Fahrenh. angezeigte.

Wenn die Hitze nur ſo ſtark wäre, als durch 3996° Fahrenheit angezeigt wird (welches noch viele Grade unter der iſt, wo ſowohl Kupfer, Silber als Gold ſchmilzt), ſo würde dieſe Hitze doch zureichen, die zuletzt gefundene Expanſivkraft (= 1000 Atmoſphären) ſiebenfach zu vermehren, welches ſie gleich dem Drucke von hundert und achtundzwanzigtauſend Atmoſphäre erhöhen würde; — ein Grad von elaſtiſcher Gewalt, welcher mehr als hinreichend ſeyn würde, die Reſultate aller der Verſuche, welche in der Abhandlung angeführt worden, zu erklären.

IV.

Kurze Nachricht

von einigen mit

Kanonen angeſtellten Verſuchen,

nebſt

verſchiedenen Bemühungen,

das Feldgeſchütz zu verbeſſern.

Kurze Nachricht

von einigen, mit

Kanonen angeſtellten Verſuchen,

nebſt

verſchiedenen Bemühungen,

das Feldgeſchütz zu verbeſſern.

Während meines Aufenthaltes in Baiern hatte ich Gelegenheit, nach einem großen Maaßſtabe die in meiner erſten Abhandlung über das Schießpulver vorgeſchlagene Methode zu bewähren, wodurch die Geſchwindigkeiten der Kugeln durch den Rückprall des Gewehres, gemeſſen werden können; auch hatte ich verſchiedene Gelegenheit, manche andere, mit dieſem Gegenſtande in Verbindung ſtehende intereſſante Verſuche vorzunehmen. Im Frühling des 1791ſten Jahres, wurde in der beſtimmten Abſicht, dieſe Unterſuchungen verfolgen zu können, ein großes Gebäude in

der Nähe von München errichtet, das auf dem Boden zu Artillerieübungen beſtimmt war, wo ein ſehr vollſtändiger Apparat aufgerichtet wurde, um die Geſchwindigkeiten der Kanonenkugeln durch den Rückprall des Laufes zu meſſen; ferner aber auch zu gleicher Zeit ein Pendel, und mit dieſem Apparate wurde eine große Anzahl intereſſanter Verſuche, unter meiner Direktion, und mehrentheils auch in meiner Gegenwart ſelbſt, angeſtellt.

Ich hätte ſchon lange dem Publikum eine Nachricht von ihnen vorgelegt; ich entſchloß mich indeß ſie noch zurück zu halten, weil ich wünſchte, daß ſie ein Theil eines Werkes über die Artillerie werden möchten, das zwar noch nicht beendigt iſt, aber, wie ich hoffe, in Zukunft noch ſoweit gedeihen wird, daß es der Preſſe überliefert werden kann.

In dieſem Werke werde ich eine, durch genaue Zeichnungen (die jetzt für den Kupferſtecher fertig ſind) erläuterte, ausführliche Nachricht von allen den Veränderungen in der Conſtruktion des baieriſchen Geſchützes geben, welche durch meine Bemühungen, daſſelbe zu verbeſſern, eingeführt worden ſind, während ſich die militäriſchen Geſchäfte dieſes Landes unter meiner Leitung befanden; in der Zwiſchenzeit hielt ich es aber für zweckmäßig, hier einſtweilen eine kurze Nachricht von denjenigen meiner Verſuche zu ge-

ben, welche am meiſten mit den Gegenſtänden der vorhergehenden Abhandlungen zuſammenhängen; und ich will dieſes gegenwärtig, in ſo wenig Worten als möglich, zu bewerkſtelligen ſuchen.

Stücke von metallenem Geſchütze, von drei verſchiedenen Kalibern, nemlich Dreipfünder, — Sechspfünder — und Zwölfpfünder, wurden in einer wagrechten Lage an zwei lange Pendelſtäbe, oder eiſerne Stangen, nach der in einer der vorigen Abhandlungen beſchriebenen Weiſe aufgehängt, und in dieſer Stellung mit verſchiedenen Ladungen Pulver, mit, und auch ohne Kugeln, abgefeuert; bisweilen aber auch zwei und drei paſſende Kugeln zugleich; und nachdem alsdann die Geſchwindigkeit der Kanone, bei jedem Verſuche durch ihren Rückprall (mittelſt des Bandes gemeſſen), aus der Sehne des aufſteigenden Bogens bei ihrer erſten Schwingung gemeſſen worden, ſo berechnete ich aus dieſer Geſchwindigkeit und den bekannten Gewichten der Kanone und der Kugel, die Geſchwindigkeit dieſer letzteren.

Da die Kanone gegen den Mittelpunkt eines ſehr großen ſchweren Pendels, was aus ſtarken Balken, die mit Eiſen wohl an einander befeſtigt waren, gemacht wurde, gerichtet war, ſo blieben die Kugeln in dieſem Pendel ſtecken; und ihre Geſchwindigkeiten wurden, der von Robins angegebenen Methode zufolge,

durch die Schwingungsbogen des Pendels beſtimmt; und es fand ſich, daß dieſe beiden Methoden, die Geſchwindigkeiten der Kugeln zu beſtimmen, mit großer Genauigkeit übereinſtimmten.

Dieſes Pendel war, ob es gleich ſehr ſtark verfertigt worden, demohngeachtet bald durch die Kugeln zu Grunde gerichtet worden; allein es war nicht eher unbrauchbar geworden, als bis man eine hinreichende Anzahl Verſuche damit vorgenommen hatte, um die Genauigkeit der vorgeſchlagenen Verfahrungsart, die Geſchwindigkeit der Kanonenkugeln, mittelſt des Rückpralles des Laufes zu beſtimmen, auſſer allen Zweifel zu ſetzen. Sobald man dieß vollbracht hatte, wurde das Pendel, was nun nicht weiter nöthig war, entfernt, und die Kugeln wurden in einen Wall von Erde geſchoſſen, der zu dieſem Endzwecke aufgeworfen worden war.

Die hauptſächlichſten Reſultate dieſer Reihe von Verſuchen waren folgende: — Mit der nemlichen Ladung von Pulver fand man die Geſchwindigkeiten von zwei, und drei paſſenden Kugeln, wenn ſie mit aus der Kanone zugleich abgeſchoſſen wurden, größer, als die Geſchwindigkeit einer einzelnen Kugel, die durch die gegebene Ladung fortgetrieben wurde, und zwar in einem beträchtlich höheren Verhältniſſe, als was von Robins beſtimmt worden iſt.

Es wurden Mittel angewandt, welche das Entweichen des, aus dem Pulver bei deſſen Verbrennung erzeugten elaſtiſchen Dampfes durch den Spielraum der Kugel gänzlich verhinderten, und dieſes trug zur Vermehrung der ſcheinbaren Gewalt der Ladung ein Anſehnliches bei.

Die Gewalt der Ladung war immer um ein Merkliches erhöht, wenn die Kanone durch das Abſchießen einer Piſtole (die zu dieſem Gebrauche vorgerichtet war) in das Zündloch, losgefeuert wurde, ſtatt zu dieſem Endzwecke Zündpulver und eine gemeine Lunte zu gebrauchen.

Da ich einmal in dieſen Gegenſtand eingegangen bin, und da es möglich ſeyn kann, daß ich niemals Zeit finden werde, mein Werk über Artillerie zu beendigen, welches ich ſeit mehreren Jahren unter den Händen habe, ſo kann ich der Neigung, die ich fühle, nicht widerſtehen, die gegenwärtige Gelegenheit zu benutzen, und dem Urtheile des Publikums — allein ins beſondere den Männern vom Fache — einige der Hauptreſultate meiner Verſuche und Betrachtungen vorzulegen, die ſich mir bei der Verfolgung meiner Unterſuchungen in Bezug auf die Verbeſſerung des Geſchützes darboten.

Diejenigen, welche mit dieſen Unterſuchungen be-

ſchäftigt geweſen ſind, können vielleicht aus den Winken, ſie mögen immer ſo beiläufig ſeyn, als ſie wollen, doch einigen Vortheil ziehen, da ſie von einem Manne kommen, welcher lange Zeit im Beobachten eine Uebung erhalten, und mancherlei Gelegenheiten gehabt hat, intereſſante Verſuche anzuſtellen.

Als ich berufen wurde, die Direktion des Kriegsweſens des verſtorbenen Churfürſten von der Pfalz, Herzogs von Baiern, zu übernehmen, fehlte der Armee ein wohlorganiſirter Artillerietrain, und es befand ſich in ganz Baiern keine Stückgießerey, welche in dem Zuſtande war, daß ſie gebraucht werden konnte. Das Zeughaus von München war mit Kanonen angefüllt, deren größter Theil aber völlig unbrauchbar war, da ſie zu alt, und zu ſchwer und unbequem zu bewegen waren. Es befand ſich eine ſehr gute Stückgießerei zu Mannheim, der Hauptſtadt von den Beſitzungen des Churfürſten am Rheine, allein die Entfernung zwiſchen München und Mannheim iſt ſo groß, daß es mehr gekoſtet haben würde, die baieriſchen Kanonen nach Mannheim zu ſchicken, um ſie umzugießen, und ſie dann auf ihren Laffetten zurückzufahren, als erfodert wurde, die Ausgabe zu beſtreiten, die nöthig war, um eine neue Fabrik zur Errichtung des baieriſchen Geſchützes zu etabliren.

Es wurde daher zu München eine Kanonengieße-

rei eingerichtet, und weder Mühe noch Koſten geſpart, ſie ſo vollkommen, als möglich, zu machen; es wurde eine äußerſt vortreffliche Bohrmaſchine zu den Kanonen aufgerichtet, und in ihrer Nähe Werkſtätten angelegt, um die Kanonenlaffetten und Munitionswagen zu verfertigen.

Bei dieſen Vortheilen und einer Anzahl guter Handwerker, die unter meinem Befehle ſtanden, und aus allen verſchiedenen Fächern der Mechanik zuſammen geholt waren, die zu Errichtung einer Artillerie gehören, können diejenigen, welche wiſſen, wie weit meine Aufmerkſamkeit für dieſen Gegenſtand gegangen iſt, leicht überzeugt ſeyn, daß auch ich nicht eine ſo günſtige Gelegenheit vorbeigehen ließ, um einige der Angaben, wie das Geſchütz verbeſſert werden könnte, welche von ausgezeichneten Männern ihres Faches vorgeſchlagen worden waren, oder, die ich als das Reſultat meines eigenen Experimentirens und Nachdenkens anſehen konnte, zu verſuchen.

Das nachfolgende Memorial, welches das Modell eines baieriſchen Feldſtückes nebſt deſſen Munitionswagen begleitete, und welches ich, mit Erlaubniß des verſtorbenen Churfürſten, die Ehre hatte, den vereinigten Staaten von Nordamerika (meinem Ge-

burtslande) zu überreichen, wird dem Leſer einen allgemeinen Begriff von den Veränderungen geben, die bei der Einrichtung dieſer Art von Geſchütz, nach meinen Bemühungen, die Feldartillerie zu verbeſſern, eingeführt wurden *).

Das hier erwähnte Modell war nach einem großen Maaßſtabe ein Viertel der vollen Größe in der Länge, dem Durchmeſſer u. ſ. w. betragend, verfertigt, auf das beſte vollendet, auf die Laffette gebracht, und zum wirklichen Dienſt oder Verſuch eingerichtet. —

Ich brachte es im Herbſte des Jahres 1798 mit aus Baiern nach England, und ehe es nach Amerika eingeſchifft würde, hatte ich die Ehre, es Sr. Königl. Hoheit, dem Herzoge von York, Commandanten en Chef, der Truppen Sr. Majeſtät in Großbrittannien, zu zeigen, und es einige Monate lang den Offizieren der königl. Artillerie zur Anſicht zu laſſen.

*) Dieſe Kanone, mit allen Details ihrer Laffette, nach einem kleineren Maaßſtabe gezeichnet, iſt auf den (beigefügten) Tafeln V (oben) und VI abgebildet.

Memorial, in welchem einige Nachricht von den neuen baieriſchen Feldſtücken gegeben iſt, die kürzlich zu München unter der Direktion des Generallieutenants, Grafen von Rumford, verfertigt worden ſind.

„Bei der Verfertigung dieſer Kanonen, (welches Sechspfünder, von 18 Kaliber Länge ſind,) wurden folgende Punkte vorzüglich berückſichtigt.

„1. Sie ſo vorzurichten, daß ſie fähig wären, gelegentlich als fliegende, oder reitende Artillerie gebraucht werden zu können,

„Es ſind Vorkehrungen getroffen, um nach Umſtänden alle zur Kanone gehörigen Leute auf dem Protzwagen und dem Munitionswagen fortfahren zu können, woſelbſt ſichere und bequeme Sitze für ſelbige angebracht worden ſind.

„Damit Zeit erſpart werde, wenn die Kanone zur Aktion geführt wird, ſpringen die zwei Mann, welche auf dem Protzwagen ſitzen, in dem Augenblicke, wo dieſe auf dem Platze, auf welchen ſie poſtirt werden ſoll, ankommt, herunter und protzen ab, während die andern, die auf dem Munitionswagen fahren, ebenfalls herzukommen.

„Die zwei langen Stücke von Eſchenholz, welche den Hauptheil des Munitionswagens bilden, (da ſie die vorderen Räder mit den hintern verbinden,) wirken wie Federn, durch ihre Elaſtizität: und damit ihre Aktion ſo frei als möglich ſey, müſſen ſie weder mit Eiſen beſchlagen, noch zu plump gemacht werden.

„Der lange Kaſten, in welchem ſich der größte Theil der Munition befindet, und auf welchem fünf Mann gelegentlich fahren, iſt ſo gut mit Seitenklammern und Streben befeſtigt, daß, wenn der Munitionswagen einmal umgeworfen werden ſollte, die Leute, welche auf dieſem Kaſten fahren — auf welchem ſie mit geſperrten Beinen ſitzen, — in keine Gefahr kommen, daß jener auf ſie fiele.

„Ob man ſchon darauf bedacht geweſen iſt, die zu dieſen Kanonen im Falle der Noth gehörigen Leute ſchnell von einem Orte zum andern transportiren zu können, ſo iſt damit doch nicht gemeint, daß ſie beſtändig darauf fahren ſollten, ſondern blos dann, wenn die Kanonen als reitende Artillerie gebraucht werden.

„2. Ein Hauptpunkt, den man vor Augen hatte, war, die Laffette ſo ſtark und dauerhaft als mög-

lich zu machen, ohne jedoch ihr Gewicht zu vermehren.

„Eine bloße Betrachtung dieſer Laffette, und Vergleichung derſelben mit Laffetten der Feldſtücke nach der gewöhnlichen Einrichtung, wird die verſchiedenen Mittel zeigen, welche angewandt worden ſind, dieſen wichtigen Endzweck zu erreichen; und daß dieſe Mittel wirkſam geweſen, hat ſich durch die ungewöhnliche Stärke bewährt, welche dieſe Laffetten zeigten, als ſie den ſtärkſten Proben unterworfen wurden. Verſchiedene von dieſen Sechspfündern wurden wiederholt mit drei Pfund des beſten Pulvers, und drei paſſenden Kugeln abgefeuert, ohne den geringſten Schaden zu erleiden; während andere Sechspfünder, von dem nemlichen Gewichte, aber nach der gemeinen Methode auf die Laffette aufgelegt, ſelten verfehlten dieſe zu zerbrechen und unbrauchbar zu machen, wenn ſie einer ähnlichen Probe ausgeſetzt wurden, obſchon die gewöhnliche Laffette um hundert Pfund ſchwerer war, als die neue baieriſche; — nemlich 80 Pfund an Eiſen, und 20 an Holz.

„Die Wände der Laffetten der Feldſtücke ſind gewöhnlich ſehr ſchwach, weil man ſie gekrümmt macht, und auch wegen der vielen hineingebohrten Löcher; allein die neue bairiſche Laffette iſt von dieſen Fehlern frei. — Dieſe bairiſche Laffette iſt überdem

noch durch Ringe von dickem Sohlenleder verſtärkt, welche die Schildzapfen der Kanone und die Angeln der Richtmaſchine umgeben und bedecken — denn dieſe weiche und elaſtiſche Subſtanz dient, wenn ſie zwiſchen die Kanone und deren Laffette gelegt wird, den Prall der Kanone gegen die Laffette beim Rückwirken ſehr zu ſchwächen.

„3. Es wurden verſchiedene neue Einrichtungen eingeführt, in der Abſicht, die Behandlung der Kanone im Dienſt bequemer und ſchneller zu machen; auch allerlei Zufällen und Irrungen bei den Ladeſtöcken, Hebebäumen u. ſ. w. vorzubeugen.“

„Die Hebebäume, (deren zwei ſind, damit noch einer übrig bleibe, wenn etwa der andre weggeſchoſſen worden,) ſind an der Kanonenlaffette angemacht, und können folglich weder in dem Getümmel des Gefechts, noch durch Sorgloſigkeit verloren, oder an unrechte Oerter gebracht werden. Es ſind keine Schnallen da, die aufgelöſt, noch Stricke, die aufgeknüpft werden müßten, um die Kanone zur Aktion vorzubereiten. — Der Ladeſtock iſt auf eine einfache und ſichere Weiſe an die Laffette befeſtigt, und kann, wenn man ihn braucht, davon in einem Augenblicke losgemacht werden; auch kann man den Deckel der Kanone (Mundklotz, Tampon) und den Stöpſel, welcher das Zündloch verſchließt,

mit der größten Fertigkeit von ihren Plätzen wegnehmen, oder wieder dahin bringen.

„Bei einer vergleichenden Probe einer dieſer neu erfundenen Kanonen mit einem Feldſtücke nach der gewöhnlichen Einrichtung (welche Probe in Gegenwart des vorigen Churfürſten von der Pfalz, dem regierenden Herzoge von Baiern, angeſtellt wurde), fand ſich, daß, wenn beide Kanonen in einem Augenblicke auf dem Platze ankamen, die neue gewöhnlich vier bis ſechsmal abfeuerte, ehe die alte zu einem einzigen Schuſſe fertig gebracht werden konnte.

„4. Beim Richten dieſer neuen Kanone wurde Sorge getragen, ſie auf die ſchnellſte Weiſe auf das Ziel zu bringen und aufzurichten, und ſie in einer gegebenen Elevation zu befeſtigen.

„5. Um ſie bis zu einer gewiſſen Zahl von Graden und Minuten über das Objekt, gegen welches ſie gerichtet werden ſoll, zu erheben, ohne den Beiſtand eines Quadranten — Bleilothes — oder andern Inſtrumentes nöthig zu haben, wurde ebenfalls Vorſehung getroffen.

„Die Richtmaſchine, die zu dieſer Kanone gehört, entſpricht, wie man finden wird, allen dieſen Zwecken vollkommen. Die Richtſchraube kann

immer ſo eingerichtet ſeyn, daß eine Umdrehung derſelben, die Kanone um eine gewiſſe Anzahl von Minuten — zum Beiſpiel ſechzig — erhebt, während dieſelbe, die vorläufig ſchon genau gegen das Objekt gerichtet iſt, blos indem man die Zahl der Umdrehungen und Theile derſelben an der Schraube bemerkt, die der Elevation entſprechen, bis zu einer beſtimmten Zahl von Graden und Minuten über jenen Gegenſtand erhoben werden kann.

„6. Um das Richten der Kanonen zu erleichtern, wenn die Räder der Laffette etwa auf ungleichem Boden zu ſtehen kommen, ſind zwei Viſirlinien auf die Kanone gezogen (auf jeder Seite eine), welche beide mit der Axe des Laufes vollkommen parallel gehen.

„Der Nutzen hiervon muß denen einleuchtend ſeyn, welche wiſſen, wie ſchwer es iſt, eine Kanone auf einen beſtimmten Gegenſtand zu richten, wenn ein Rad der Laffette höher ſteht, als das andere; und wie viel unter dieſen Umſtänden (eines ungleichen Bodens) die Kanone aus ihrer wirklichen Richtung gebracht wird, wenn man durch befeſtigte Körne, oder Kerben am obern Theile des Laufes, viſiren will.

„Mittelſt der, mit dem Laufe parallel laufenden Viſirlinien, die auf dieſer Kanone an

acht ſind, kann man dieſe zu jeder Zeit unterſuchen richten; denn immer, wenn die Kanone gut ſtet iſt, muß jede dieſer Linien das Auge entwe auf das Objekt ſelbſt, (nemlich in einer ſehr kleinen ernung,) oder ſenkrecht über daſſelbe leiten.

7. Da ſich oft der Fall einſtellt, daß die Räder der Laffetten in der Aktion unbrauchbar und verdorben werden, ſo daß ein ſchnelles Mittel in ſolchen Fällen angewandt werden muß, ſo ſind bei der bairiſchen Artillerie die Räder der Laffetten der Feldſtücke genau von der nemlichen Form und Durchmeſſer, wie die des Protzwagens und die Hinterräder des Munitionswagens, damit dieſe letztern gelegentlich genommen werden können, jene zu erſetzen.

8. Bei der neuen bairiſchen Artillerie ſind alle unnützen Verſtärkungsringe an der Kanone entfernt, und Sorge getragen worden, die Form der letztern ſo einfach, als möglich, zu machen.

Brompton
26 Auguſt 1799.

(unterzeichnet) Rumford.

Allein meine Bemühungen, das Geſchütz zu verbeſſern, waren nicht blos auf die Form der Kanone und ihre Laffette eingeſchränkt; — die Veränderung, welche mit Vortheil bei dem Material vorgenommen werden konnte, um eine Kanone zum Dienſt auf dem feſten Lande einzurichten, war gleichfalls ein Gegenſtand der Unterſuchung, der meine Aufmerkſamkeit beſchäftigte.

Da ich vor mehreren Jahren gerade gegenwärtig war, als der verſtorbene Admiral Darby in einer großen Geſellſchaft von Admiralen und Capitäns der Marine, ſeine große Zufriedenheit ausdrückte, daß es ihm endlich, ſeinen Bemühungen zufolge, gelungen ſey, ſich der metallenen Kanonen gänzlich zu entledigen, welche die Britannia (das Admiralſchiff), mehrere Jahre, nachdem das eiſerne Geſchütz allgemein ſtatt des metallenen eingeführt war, noch auf ihrem unteren Kanonendecke immer behalten hatte; ſo hinterließ dieſe Unterhaltung, zu der dieſer zufällige Umſtand Gelegenheit gab, den relativen Werth der eiſernen und metallenen Kanonen betreffend, einen bleibenden Eindruck bei mir; und ſobald ich wiederum mein eigner Herr war, verlor ich keinen Augenblick, Verſuche anzuſtellen, die, wie ich vermuthete, hinreichen würden, eine Frage zu entſcheiden, welche mir in der That von großem Umfange zu ſeyn ſchien.

Ich hatte wohl eingeſehen, daß eiſernes Geſchütz mit dem von Erz mit manchen Vortheile vertauſcht werden könnte, und nicht nur als Feldgeſchütz, ſondern im Allgemeinen für alle Arten deſſelben.

Ich ſtellte einige Verſuche in der Abſicht an, mir, während der Zeit, als ich mit meinem Regimente im amerikaniſchen Kriege diente, über dieſen Umſtand Auskunft zu verſchaffen, allein ſie waren nach einem zu beſchränkten Maaßſtabe unternommen, um entſcheidend ſeyn zu können: indeß zielten ſie doch alle, ſo weit als ſie giengen, darauf ab, die günſtige Meinung zu beſtätigen, welche ich von der Nützlichkeit eiſerner Kanonen beim Landdienſte gefaßt hatte. Der Admiral Digby war ſo gefällig geweſen, mir, auf mein Anſuchen, zwei zwölfpfündige Caronaden zu leihen, die ich auf Haubitzenlaffetten ſtellte, und als ſehr nützliche Kanonen befand, zumal wenn ſie mit einer aus ſechs oder neun Pfundkugeln beſtehenden Traubenkartätſche geladen wurden. Allein zu München wurden dieſe Verſuche nach einem weit größeren Maaßſtabe unternommen.

Es war mir von denjenigen, die die Einführung des eiſernen Geſchützes zum Landdienſt nicht billigen wollten, verſichert worden, daß, obſchon man eiſerne Kanonen von einem ſehr großen Kaliber, wie ſolche am Bord mancher Schiffe gebraucht werden, hinlängs

lich ſtark befunden hätte, doch kleinere, die zum Feldgeſchütze am zweckmäßigſten wären, dem Zerſpringen leicht unterworfen ſeyn könnten, wenn man ſie nicht weit ſtärker, als metallene Kanonen von gleichem inneren Durchmeſſer verfertigte; welches ſie jedoch ſchwerfällig und zu den ſchnellen Bewegungen, die oft am Tage der Aktion ſo entſcheidend ſind, unbequem machen würde.

Wäre dieſer Einwurf gegründet, ſo würde er ohne Zweifel gegen die allgemeine Einführung des eiſernen Geſchützes entſcheiden; allein aus allen Unterſuchungen, die ich nur anſtellen konnte, fand ich hinlänglichen Grund, zu ſchließen, daß der Mangel an Stärke, der in der That bei den eiſernen Kanonen von geringeren Dimenſionen ſehr ſichtbar war, nur von zufälligen Umſtänden abhänge, und daß man gegen dieſe Unvollkommenheit leicht ein Gegenmittel würde finden können.

Solange, bis nicht die eiſernen Kanonen ſolid, oder ohne eine Kernſtange gegoſſen werden, iſt keine vernünftige Hoffnung zu ſchöpfen, daß man im Stande ſeyn werde, kleinere Stücke von dieſem Metalle ſo ſtark zu gießen, und ihre Textur durchaus ſo gleichförmig zu machen, daß man ſie fähig machte, der Gewalt ihrer gewöhnlichen Ladungen zu widerſtehen, ohne daß man nöthig hätte, ſie mit einer ungewöhnlichen Quan-

tität von Metall verſtärken zu müſſen; und ſelbſt dann, wenn die eiſernen Kanonen von allem Kaliber ſolid gegoſſen würden, iſt es doch leicht einzuſehen, daß, da die Stärke und die Zähigkeit des gegoſſenen Eiſens ſo ſehr von der Langſamkeit abhängt, mit welcher ſich daſſelbe in der Form abkühlt; und da kleinere Maſſen ſchneller kalt werden, als größere, daß, ſage ich, kleinen Kanonen eher die Stärke fehlen würde, als größern von einer ähnlichen Form; ich konnte aber nie den Grund einſehen, warum ich annehmen müßte, daß ein kleines Stück von eiſernem Geſchütz keine Stärke beſitzen ſollte, wenn man Mittel anwendete, das Metall durch ein anſehnliches Gewicht zu preſſen, während es ſich noch in der Form im flüſſigen Zuſtande befindet, und die Wirkung dieſes Druckes auch noch fortwirken zu laſſen, während ſich daſſelbe abkühlt.

Wenn man die Kanonen von Kanonenmetall oder Erz gießt, ſo wird der ſolide Zylinder, oder vielmehr Kegel, welcher, wenn er gebohrt iſt, eigentlich den Lauf bildet, zum wenigſten um zwei Fuß länger gegoſſen, als die Kanone wirklich ſeyn ſoll. Dieſes über die Mündung hinaus zugegebene Stück Metall, welches man, ehe die Kanone gebohrt wird, abſchneidet, (und bei Seite wegt, oder vielmehr aufhebt und von neuem einſchmilzt,) dient dazu, die flüſſige Maſſe in dem untern Theile der Form zuſammenzudrücken.

und die Luftblaſen in die Höhe zu treiben, welche häufig mit dem Strome des geſchmolzenen Metalles in die Form hinein kommen; und welche, wenn ſie nicht herausgetrieben würden, die Lücken bilden müßten, die man honeycombs (Honigſcheiben) im Metalle nennt, und die die Kanone brüchig und zum Dienſte untauglich machen.

Die Form wird immer ſenkrecht geſtellt, und mit dem Ende nach oben, wohin die Mündung der Kanone kommen ſoll, damit der ſtärkſte und geſundeſte Theil der Kanone — nemlich der, welcher am meiſten ohne Luftblaſen iſt, weil er den ſtärkſten Druck ausgehalten hat, während ſich das Metall im flüſſigen Zuſtande befand, — in der Nachbarſchaft der Kammer des Laufes ſey, wo die meiſte Stärke und Geſundheit nöthig ſind.

Da der Nutzen dieſer Vorkehrungen ſo augenſcheinlich iſt, ſo hat man ſie auch beim Gießen der eiſernen Kanonen, die unter meiner Leitung verfertigt wurden, nicht aus den Augen geſetzt, und Veranſtaltungen getroffen, die Zeit der Abkühlung des Metalles in der Form zu verlängern.

Die gegoſſenen Kanonen waren Einpfünder — Dreipfünder, — Sechspfünder — Zwölfpfünder — und ein Achtzehnpfünder. Um nun die Vergleichung

mit der Artillerie von Erz noch auffallender und überzeugender anzuſtellen, wurden alle — die Einpfünder und den Achtzehnpfünder ausgenommen — von den nemlichen Längen und demſelben Gewichte, wie die metallenen Kanonen, von gleichem Kaliber verfertigt.

Alle dieſe eiſernen Kanonen wurden ſolid gegoſſen, und in einer horizontalen Lage gebohrt; und während die Kanone gebohrt wurde, der Wulſt an ihrer Mündung, und der erſte Verſtärkungsring (bei der Traube) fein gedreht. Die Form aller dieſer Kanonen war einfach, und nicht ohne Eleganz. Die Schildzapfen derſelben wurden ſo geſtellt, daß eine durch ihre Axe gezogene Linie die Axe des Laufes in einem rechten Winkel ſchneidet. Dieſe Schildzapfen wurden gebrechſelt, und ihre Geſtalt und Dimenſion, mittelſt einer beſondern dazu eingerichteten Maſchine, völlig genau verfertigt.

Um dieſe Schildzapfen und die Laffette vor der Gewalt des Stoßes zu ſchützen, welchen dieſe durch den Rückprall der Kanone zu erleiden hat, wurden ſie mit dickem, in Talg getränktem Sohlenleder überzogen; und die Pfannen dieſer Schildzapfen — nachdem ſie ſo mit Leder überzogen waren — ſo genau als möglich an jene angepaßt. Die Richtmaſchine wurde auf ſolche Weiſe angebracht, daß die Kanone dadurch vollkommen eingeſchloſſen, und verhindert wurde, hinten aus-

zuſtoßen, welches wahrſcheinlich nicht wenig zum Schutz der Laffette beitrug.

Erſt wenn dieſe Kanonen auf die Laffette gebracht waren, — und nicht eher — wurden ſie geprüft *). Sie hielten ſämmtlich, ohne den geringſten Schaden, die ſtärkſten Proben aus, die man nur irgend mit metallenen Kanonen von gleichen Gewichten, Längen und Kalibern angeſtellt hat. Sie wurden alsdann ſchnell in den möglichſt kurzen Zwiſchenräumen mit dem halben Gewichte ihrer Kugeln, an Pulver und drei paſſenden Kugeln, eine über die andere abgefeuert, allein keine einzige von ihnen ſprang bei dieſen ernſthaften Proben; eben ſo wenig kam eine Laffette zu Schaden.

Es wurde hierauf einer der Sechspfünder, von ſechzehn Kalibern Länge, und 720 Pfund Gewicht,

*) Da es nicht gewöhnlich iſt, die Kanonen auf die Laffette zu bringen, ehe ſie geprüft worden ſind, ſo muß es unſre Pflicht ſeyn, den Leſer damit bekannt zu machen, warum dieſe gewöhnliche und ſo nöthige Vorſicht in dieſem Falle vernachläſſigt wurde. Es geſchah blos darum, um diejenigen zu überraſchen und in Verwunderung zu ſetzen, welche willens waren, zu kritiſiren, oder ſich vorgenommen hatten, zu tadeln. Es war, wie nicht zu läugnen iſt, ein etwas kühnes Mittel — allein dieſe verwegenen Mittel ſind oft die klügſten. Der Achtzehnpfünder wurde dieſer ernſthaften Probe nicht ausgeſetzt.

on ſeiner Laffette herunter genommen, und nachdem
r auf die Erde gelegt worden, zweimal abgefeuert,
inmal mit ſechs Pfund Pulver und zwei Kugeln; und
as andere Mal mit der nemlichen Ladung von Schieß-
ulver, und drei Kugeln; allein dieſe Verſuche, ihn
u ſprengen, blieben fruchtlos.

Da das Reſultat dieſer Verſuche alle Zweifel, mit
enen man ſich über die Stärke dieſer Kanonen getra-
en hätte, beſeitigte, ſo wurde nunmehr ihre Genau-
keit beim Schuß auf die Probe geſtellt. Sie wurden
i wiederholten malen, ſowohl mit Kugeln, als mit
hacktem Eiſen gegen einen beſtimmten Fleck, und in
erſchiedenen Entfernungen abgefeuert; und alle bei
ieſen Verſuchen Anweſende erklärten ſie einſtimmig,
i Rückſicht der Genauigkeit, für den beſten von metal-
nem Geſchütz gleich kommend.

Einige derſelben ſind ſpäterhin im wirklichen
ienſte gebraucht, und ſo vollſtändig und nützlich be-
nden worden, wie man nur irgend Kanonen beim
ienſte finden kann.

Die Einpfünder, — welche eine beſondere Ein-
htung hatten — waren am meiſten bei der Vertheis
gung von Mannheim gebraucht worden; und das
rtilleriecorps bekam ſie zuletzt ſo lieb, daß die zu ihr
m Dienſte gehörigen wirklich immer ihre Offiziere zu

bewegen ſuchten, dabei angeſtellt zu werden. Dieſe kleinen Kanonen hatten ohngefähr 4 Fuß in der inneren Länge; und obſchon ihr Kaliber das einer einpfündigen eiſernen Kugel war, ſo wogen ſie doch ſoviel als einer der Dreipfünder, und wurden im Dienſte gewöhnlich mit drei Kugeln zugleich abgefeuert, welche ſie zum Erſtaunen genau ſchoſſen.

Wenn ſich der Gegenſtand, nach welchem hin ſie gerichtet wurden, in einer großen Entfernung befand, ſo bediente man ſich nur gewöhnlicher bleierner Kugeln, welche, damit ſie das Kaliber recht genau ausfüllen möchten, in dünnes, mit Unſchlitt geſchmiertes, oder in Oel getränktes Leder gewickelt wurden.

Die Laffette dieſer Kanone war auſſerordentlich einfach, da ſie nur aus einem einfachen Balken von Rüſterholze beſtand, der an einer eiſernen Axe befeſtigt war. Die Räder waren von der nemlichen Höhe und Stärke, wie die, bei den Laffetten der Dreipfünder gebrauchten. Man wird aus dieſer Beſchreibung einſehen, daß dieſe kleine Kanone viel Aehnlichkeit mit der, von dem verſtorbenen Generallieutenant Deſaguilliers erfundenen, und zu Woolwich verfertigten Amuſette hat. Die Wahrheit iſt, daß ſie mit wenig bedeutenden Veränderungen nach dieſem Feldſtücke copirt iſt, das ich in einer Zeichnung beſaß, die mir der Generallieutenant vor drei und zwanzig Jahren ge-

geben hatte. Er nahm ohne Zweifel die Idee zu dieſer Kanone aus den rêveries du Maréchal de Saxe *).

Der zu München verfertigte eiſerne Achtzehnpfünder — der blos als ein Verſuch betrachtet werden ſollte — war ſehr kurz, und hatte blos zehn Kaliber in Länge, auch war er auf eine ſonderbare Weiſe aufgeſtellt. Er ſollte dazu beſtimmt ſeyn, ſich zurückziehende Truppen vor einem annähernden Feinde zu decken, und er iſt ſo eingerichtet, daß er, ohne ſtille halten zu müſſen, abgefeuert werden kann. Eben dieſes geht auch, wenn er in vollem Marſche iſt. Er iſt in der That mehreremale, und oft ſehr ſchnell hintereinander abgeſchoſſen worden, während die Pferde, die ihn zogen, in vollem Gallop liefen. Die Laffette, die ſich auf vier Rädern befindet, dient zugleich zum Munitionswagen, und zur Führung der, die Kanone bedienenden Leute. Dieſer ſind indeß nur drei an der Zahl, da man ihrer nicht mehrere nöthig hat.

Nachdem man dieſe Kanone losgeſchoſſen, fällt ſie, indem man einen Riemen aufzieht, von ſich ſelbſt in eine ſenkrechte Richtung, die Mündung aufwärts. Die Kartuſche wird alsdann hinein geſetzt, und fällt durch ihr Gewicht an den beſtimmten Platz; die Kugel, Kar-

*) Anm. Träumereien des Marſchalls von Sachſen über die Kriegskunſt. Die beſte deutſche Ausgabe iſt von Struenſee.

A. d. Ueb.

tätſche oder dgl., womit die Kanone geladen worden, fällt auf dieſe Weiſe in die coniſche Oeffnung, bleibt darinne feſt ſtecken, und wird genau hier an ihrem Platze befeſtigt. Mittelſt eines anderen Riemens oder Strickes wird die Traube der Kanone mit den Kräften eines Mannes in die Höhe gehoben, und der Lauf wiederum in eine wagrechte Lage (oder in eine andere beliebige Stellung) gebracht, wo er alsdann, mittelſt eines Sperrhakens (in Form eines Schenkels von einem Quadranten) und einer Strebe feſtgehalten, und fähig gemacht wird, wiederum abgeſchoſſen zu werden. Zieht man dieſe Strebe zurück, nachdem die Kanone abgeſchoſſen worden, ſo fällt ſie wieder in ihre vertikale Lage.

Die Laffette iſt ſo eingerichtet, daß die Kanone mit großer Leichtigkeit um verſchiedene Grade, ſowohl nach der rechten, als nach der linken Seite der Direktionslinie des Marſches ſelbſt gerichtet werden kann, ohne daß die Richtung, in welcher die Pferde gehen, dadurch geändert zu werden braucht.

Die Kanone verlangt kein Zündpulver, da ſie mittelſt einer Piſtole, die dazu vorgerichtet worden, abgefeuert wird, deren Flamme aber mit ſolcher Gewalt durch das Zündloch der Kanone hindurch getrieben wird, daß ſie niemals verfehlt, den dicken wollenen Sack zu durchbohren, welcher das Pulver enthält, und folglich die Ladung in Brand zu ſetzen.

Dieſes Stück ſchießt gehacktes Eiſen mit großem
fekte, allein diejenige Ladung, welche mir die furcht-
rſte, und am beſten den Feind in Schrecken zu ſetzen
ien, war eine Traubenkartätſche, die aus neun
ipfündigen eiſernen Kugeln beſtand;
on da dieſe Kugeln groß genug ſind, um von dem
oden mehreremale wieder auf zu ſpringen, (oder
chettren,) zumal wenn die Kanone nicht ſehr erhoh-
n iſt, ſo beſtreichen ſie einen großen Bezirk; und da
auch allen Anſchein von Kanonenkugeln für die Zu-
auer haben, die ſie unter ſich ankommen ſehen, und
ch faſt die nemliche Wirkung, wie weit größere Ku-
ln, hervorbringen, wenn ſie zwiſchen ſowohl Kaval-
ie als Infanterie kommen, ſo iſt ſehr leicht zu glau-
n, daß zwei oder drei ſolcher, mit dieſen Trauben-
rtätſchen wohl verſehene Kanonen, eine vorrückende
ie von ſehr braven Truppen wankend machen könne,
bſt wenn dieſe ſiegestrunken anmarſchirte.

Ich hatte nach dieſen Prinzipien eine Kanone ein-
richtet, die ſowohl avancirend als retirtrend
vollem Marſche losgefeuert werden konnte; allein
ich gegenwärtig keine Abhandlung über das Geſchütz
reibe, ſo würde es am unrechten Orte ſeyn, mich
iter in dieſe Materien einzulaſſen.

Ich kann dieſe Abhandlung nicht ſchließen, ohne
rade noch in Bezug auf eiſerne Kanonen zu bemer-
n, daß, wenn irgend ein Land ohne Gefahr eiſernes
eſchütz ſtatt dem von Erz zum Landdienſt einführen

tätſche oder dgl., womit die Kanone
fällt auf dieſe Weiſe in die coniſche
darinne feſt ſtecken, und wird gena
Platze befeſtigt. Mittelſt eines ander
Strickes wird die Traube der Kanone
eines Mannes in die Höhe gehoben
wiederum in eine wagrechte Lage (od
beliebige Stellung) gebracht, wo er
eines Sperrhakens (in Form eines S
nem Quadranten) und einer Strebe fe
fähig gemacht wird, wiederum abgeſch
Zieht man dieſe Strebe zurück, nach
abgeſchoſſen worden, ſo fällt ſie wiel
kale Lage.

Die Laffette iſt ſo eingerichtet,
mit großer Leichtigkeit um verſchiedene
nach der rechten, als nach der linken S
tionslinie des Marſches ſelbſt gerichte
ohne daß die Richtung, in welcher die
dadurch geändert zu werden braucht.

Die Kanone verlangt kein Zünd
mittelſt einer Piſtole, die dazu vorg
abgefeuert wird, deren Flamme aber
walt durch das Zündloch der Kanone
ben wird, daß ſie [illegible] verfehlt,
nen Sack zu durch[illegible]icher das
[illegible]lich die L[illegible]nd zu

tität von Metall verſtärken zu müſſen; und ſelbſt dann, wenn die eiſernen Kanonen von allem Kaliber ſolid gegoſſen würden, iſt es doch leicht einzuſehen, daß, da die Stärke und die Zähigkeit des gegoſſenen Eiſens ſo ſehr von der Langſamkeit abhängt, mit welcher ſich daſſelbe in der Form abkühlt; und da kleinere Maſſen ſchneller kalt werden, als größere, daß, ſage ich, kleinen Kanonen eher die Stärke fehlen würde, als größern von einer ähnlichen Form; ich konnte aber nie den Grund einſehen, warum ich annehmen müßte, daß ein kleines Stück von eiſernem Geſchütz keine Stärke beſitzen ſollte, wenn man Mittel anwendete, das Metall durch ein anſehnliches Gewicht zu preſſen, während es ſich noch in der Form im flüſſigen Zuſtande befindet, und die Wirkung dieſes Druckes auch noch fortwirken zu laſſen, während ſich daſſelbe abkühlt.

Wenn man die Kanonen von Kanonenmetall oder Erz gießt, ſo wird der ſolide Zylinder, oder vielmehr Kegel, welcher, wenn er gebohrt iſt, eigentlich den Lauf bildet, zum wenigſten um zwei Fuß länger gegoſſen, als die Kanone wirklich ſeyn ſoll. Dieſes über die Mündung hinaus zugegebene Stück Metall, welches man, ehe die Kanone gebohrt wird, abſchneidet, (und bei Seite legt, oder vielmehr aufhebt und von neuem einſchmilzt,) dient dazu, die flüſſige Maſſe in dem untern Theile der Form zuſammenzudrücken.

könnte, dieſes Großbrittannien wäre; denn die Fabriken für Gußeiſen ſind auf dieſer Inſel bis auf einen ſolchen Grad von Vollkommenheit getrieben, daß man es daſelbſt, beliebig, in jedem Grade der Härte und Weichheit verfertigen kann, und wenn die Erſparniß von Kupfer überall ein Gegenſtand von öffentlicher Wichtigkeit iſt, ſo muß ſie es hier um ſo mehr ſeyn, wo dieſes Metall zum Ueberzug der Schiffe gebraucht wird.

Ich für meinen Theil ſtehe gar nicht an, zu behaupten, daß ich eiſerne Kanonen für beſſer als erzene, in jeder Rückſicht halte, wenn das Metall ſo gut iſt, als man es leicht machen kann; ſie ſind alsdann ſicher weit dauerhafter, und koſten ohne Vergleich weniger. Man kann ſie ebenfalls leichter zerſtören und unbrauchbar machen, (indem man nur ihre Schildzapfen abzubrechen braucht,) wenn der Fall eintreten ſollte, daß man ſie verlaſſen müßte.

Ich weiß recht gut, daß dieſe Meinung nicht den allgemeinen Beifall derer haben wird, welche man ohne Zweifel als die eigentlichen und allein competenten Richter in Dingen dieſer Art betrachten muß; allein es ſey mir erlaubt, zu ſagen, daß meine Meinung nicht leicht aufgegriffen, noch eilig entſtanden ſey. Ich unterwerfe ſie ſachkundigen Männern, mit der Ehrerbietung, die ein Einzelner einem ſo zahlreichen und achtungswerthen Corps ſchuldig iſt.

V.

Verſuche

über die

Erzeugung von Luft aus dem Waſſer,

wenn dieſes mit verſchiedenen Subſtanzen der Wirkung des Lichtes ausgeſetzt worden.

Verſuche

über die

Erzeugung von Luft aus dem Waſſer,

wenn dieſes mit verſchiedenen Subſtanzen der Wirkung des Lichtes ausgeſetzt worden.

(Vorgeleſen in der königlichen Sozietät am 15 Febr. 1787.)

Da man über den Urſprung der Luft, welche geſunde Vegetabilien hervorbringen, wenn man ſie, der Methode des Herrn Dr. Ingenhouß zufolge, im Waſſer der Wirkung der Sonnenſtrahlen ausſetzt, verſchiedene Meinungen vorgebracht hat; und da mir ſelbſt keine der, zur Erklärung dieſer Erſcheinungen gegebenen Theorien Befriedigung verſchaffte, ſo ſtellte ich nachfolgende Verſuche in der Abſicht an, um über dieſen Gegenſtand ein neues Licht zu verbreiten.

Da ich zufälliger Weiſe gefunden hatte, daß rohe Seide die Kraft beſitzt, Luft in großer Menge vom Waſſer zu trennen, und anzuziehen, wenn man ſie in ſelbigem der Wirkung der Sonnenſtrahlen ausſetzt, ſo fiel es mir ein, die Eigenſchaften dieſer Luft zu unterſuchen, und die, ihre Erzeugung begleitenden Umſtände aufmerkſamer zu betrachten, indem ich dachte, daß dieſes vielleicht auf einige weitere Entdeckungen in Bezug auf die, durch Waſſer hervorgebrachte Luft unter andern Umſtänden führen könnte; und wiewohl der Erfolg dieſer Unterſuchungen meinen Wünſchen nicht entſprach, ſo ſchmeichele ich mir doch, da ich im Verlaufe meiner Unterſuchungen einige Thatſachen entdeckte, die ich für neu halte, und andere ſchon bekannte durch eine große Menge von verſchiedenen Verſuchen beſtätigte, daß eine Nachricht von meinen Arbeiten nicht gänzlich unintereſſant gefunden werde.

Ehe ich in die ausführliche Beſchreibung meiner Verſuche eingehe, wird es nöthig ſeyn, voraus zu erinnern, daß ich mich im Allgemeinen bloß auf die Thatſachen einſchränke, wie ſie ſich ſelbſt darſtellen, ohne ſie auf die Beſtätigung oder Widerlegung der Theorien anderer, in Bezug auf ihre entfernten Urſachen, anzuwenden; und bei der Beſchreibung der verſchiedenen Erſcheinungen bediene ich mich der gewöhnlichſten Ausdrücke. So werde ich, wenn ich von der Luft rede, welche hervorgebracht wird, ſobald man

geben hatte. Er nahm ohne Zweifel die Idee zu dieſer Kanone aus den rêveries du Maréchal de Saxe *).

Der zu München verfertigte eiſerne Achtzehnpfünder — der blos als ein Verſuch betrachtet werden ſollte — war ſehr kurz, und hatte blos zehn Kaliber in Länge, auch war er auf eine ſonderbare Weiſe aufgeſtellt. Er ſollte dazu beſtimmt ſeyn, ſich zurückziehende Truppen vor einem annähernden Feinde zu decken, und er iſt ſo eingerichtet, daß er, ohne ſtille halten zu müſſen, abgefeuert werden kann. Eben dieſes geht auch, wenn er in vollem Marſche iſt. Er iſt in der That mehreremale, und oft ſehr ſchnell hintereinander abgeſchoſſen worden, während die Pferde, die ihn zogen, in vollem Gallop liefen. Die Laffette, die ſich auf vier Rädern befindet, dient zugleich zum Munitionswagen, und zur Führung der, die Kanone bedienenden Leute. Dieſer ſind indeß nur drei an der Zahl, da man ihrer nicht mehrere nöthig hat.

Nachdem man dieſe Kanone losgeſchoſſen, fällt ſie, indem man einen Riemen aufzieht, von ſich ſelbſt in eine ſenkrechte Richtung, die Mündung aufwärts. Die Kartuſche wird alsdann hinein geſetzt, und fällt durch ihr Gewicht an den beſtimmten Platz; die Kugel, Kar-

*) Anm. Träumereien des Marſchalls von Sachſen über die Kriegskunſt. Die beſte deutſche Ausgabe iſt von Struenſee.

A. d. Ueb.

bewegen ſuchten, dabei angeſtellt zu werden. Dieſe kleinen Kanonen hatten ohngefähr 4 Fuß in der inneren Länge; und obſchon ihr Kaliber das einer einpfündigen eiſernen Kugel war, ſo wogen ſie doch ſoviel als einer der Dreipfünder, und wurden im Dienſte gewöhnlich mit drei Kugeln zugleich abgefeuert, welche ſie zum Erſtaunen genau ſchoſſen.

Wenn ſich der Gegenſtand, nach welchem hin ſie gerichtet wurden, in einer großen Entfernung befand, ſo bediente man ſich nur gewöhnlicher bleierner Kugeln, welche, damit ſie das Kaliber recht genau ausfüllen möchten, in dünnes, mit Unſchlitt geſchmiertes, oder in Oel getränktes Leder gewickelt wurden.

Die Laffette dieſer Kanone war auſſerordentlich einfach, da ſie nur aus einem einfachen Balken von Rüſterholze beſtand, der an einer eiſernen Axe befeſtigt war. Die Räder waren von der nemlichen Höhe und Stärke, wie die, bei den Laffetten der Dreipfünder gebrauchten. Man wird aus dieſer Beſchreibung einſehen, daß dieſe kleine Kanone viel Aehnlichkeit mit der, von dem verſtorbenen Generallieutenant Deſaguilliers erfundenen, und zu Woolwich verfertigten Amuſette hat. Die Wahrheit iſt, daß ſie mit wenig bedeutenden Veränderungen nach dieſem Feldſtücke copirt iſt, das ich in einer Zeichnung beſaß, die mir der Generallieutenant vor drei und zwanzig Jahren ge-

geben hatte. Er nahm ohne Zweifel die Idee zu dieſer Kanone aus den rêveries du Maréchal de Saxe *).

Der zu München verfertigte eiſerne Achtzehnpfünder, — der blos als ein Verſuch betrachtet werden ſollte — war ſehr kurz, und hatte blos zehn Kaliber in Länge, auch war er auf eine ſonderbare Weiſe aufgeſtellt. Er ſollte dazu beſtimmt ſeyn, ſich zurückziehende Truppen vor einem annähernden Feinde zu decken, und er iſt ſo eingerichtet, daß er, ohne ſtille halten zu müſſen, abgefeuert werden kann. Eben dieſes geht auch, wenn er in vollem Marſche iſt. Er iſt in der That mehreremale, und oft ſehr ſchnell hintereinander abgeſchoſſen worden, während die Pferde, die ihn zogen, in vollem Gallop liefen. Die Laffette, die ſich auf vier Rädern befindet, dient zugleich zum Munitionswagen, und zur Führung der, die Kanone bedienenden Leute. Dieſer ſind indeß nur drei an der Zahl, da man ihrer nicht mehrere nöthig hat.

Nachdem man dieſe Kanone losgeſchoſſen, fällt ſie, indem man einen Riemen aufzieht, von ſich ſelbſt in eine ſenkrechte Richtung, die Mündung aufwärts. Die Kartuſche wird alsdann hinein geſetzt, und fällt durch ihr Gewicht an den beſtimmten Platz; die Kugel, Kar-

*) Anm. Träumereien des Marſchalls von Sachſen über die Kriegskunſt. Die beſte deutſche Ausgabe iſt von Struenſee.

A. d. Ueb.

tätſche oder dgl., womit die Kanone geladen worden, fällt auf dieſe Weiſe in die coniſche Oeffnung, bleibt darinne feſt ſtecken, und wird genau hier an ihrem Platze befeſtigt. Mittelſt eines anderen Riemens oder Strickes wird die Traube der Kanone mit den Kräften eines Mannes in die Höhe gehoben, und der Lauf wiederum in eine wagrechte Lage (oder in eine andere beliebige Stellung) gebracht, wo er alsdann, mittelſt eines Sperrhakens (in Form eines Schenkels von einem Quadranten) und einer Strebe feſtgehalten, und fähig gemacht wird, wiederum abgeſchoſſen zu werden. Zieht man dieſe Strebe zurück, nachdem die Kanone abgeſchoſſen worden, ſo fällt ſie wieder in ihre vertikale Lage.

Die Laffette iſt ſo eingerichtet, daß die Kanone mit großer Leichtigkeit um verſchiedene Grade, ſowohl nach der rechten, als nach der linken Seite der Direktionslinie des Marſches ſelbſt gerichtet werden kann, ohne daß die Richtung, in welcher die Pferde gehen, dadurch geändert zu werden braucht.

Die Kanone verlangt kein Zündpulver, da ſie mittelſt einer Piſtole, die dazu vorgerichtet worden, abgefeuert wird, deren Flamme aber mit ſolcher Gewalt durch das Zündloch der Kanone hindurch getrieben wird, daß ſie niemals verfehlt, den dicken wollenen Sack zu durchbohren, welcher das Pulver enthält, und folglich die Ladung in Brand zu ſetzen.

V.

Verſuche

über die

Erzeugung von Luft aus dem Waſſer,

wenn dieſes mit verſchiedenen Subſtanzen der Wirkung des Lichtes ausgeſetzt worden.

könnte, dieſes Großbrittannien wäre; denn die Fabriken für Gußeiſen ſind auf dieſer Inſel bis auf einen ſolchen Grad von Vollkommenheit getrieben, daß man es daſelbſt, beliebig, in jedem Grade der Härte und Weichheit verfertigen kann, und wenn die Erſparniß von Kupfer überall ein Gegenſtand von öffentlicher Wichtigkeit iſt, ſo muß ſie es hier um ſo mehr ſeyn, wo dieſes Metall zum Ueberzug der Schiffe gebraucht wird.

Ich für meinen Theil ſtehe gar nicht an, zu behaupten, daß ich eiſerne Kanonen für beſſer als erzene, in jeder Rückſicht halte, wenn das Metall ſo gut iſt, als man es leicht machen kann; ſie ſind alsdann ſicher weit dauerhafter, und koſten ohne Vergleich weniger. Man kann ſie ebenfalls leichter zerſtören und unbrauchbar machen, (indem man nur ihre Schildzapfen abzubrechen braucht,) wenn der Fall eintreten ſollte, daß man ſie verlaſſen müßte.

Ich weiß recht gut, daß dieſe Meinung nicht den allgemeinen Beifall derer haben wird, welche man ohne Zweifel als die eigentlichen und allein competenten Richter in Dingen dieſer Art betrachten muß; allein es ſey mir erlaubt, zu ſagen, daß meine Meinung nicht leicht aufgegriffen, noch eilig entſtanden ſey. Ich unterwerfe ſie ſachkundigen Männern, mit der Ehrerbietung, die ein Einzelner einem ſo zahlreichen und achtungswerthen Corps ſchuldig iſt.

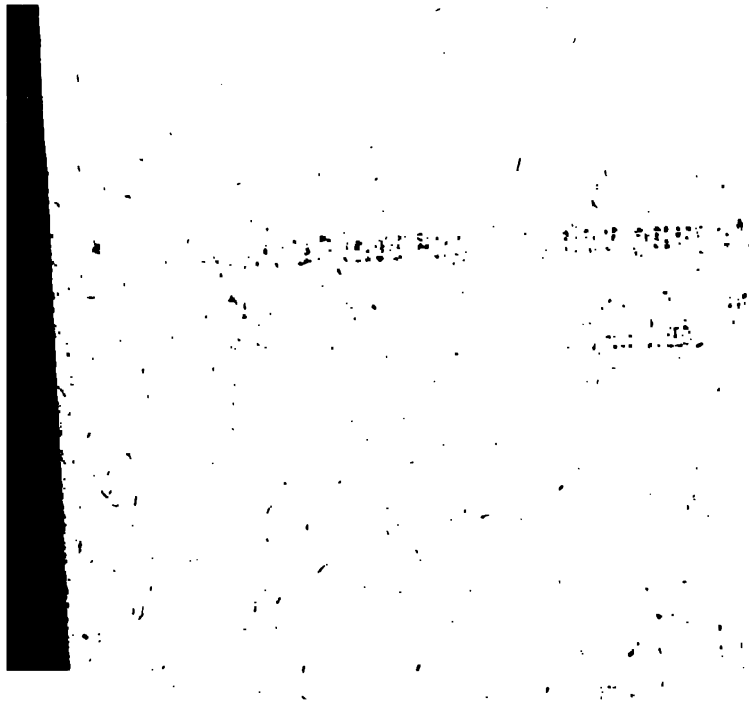
V.

Verſuche

über die

Erzeugung von Luft aus dem Waſſer,

wenn dieſes mit verſchiedenen Subſtanzen der Wirkung des Lichtes ausgeſetzt worden.



Verſuche

über die

Erzeugung von Luft aus dem Waſſer,

wenn dieſes mit verſchiedenen Subſtanzen der Wirkung des Lichtes ausgeſetzt worden.

(Vorgeleſen in der königlichen Sozietät am 15 Febr. 1787.)

Da man über den Urſprung der Luft, welche geſunde Vegetabilien hervorbringen, wenn man ſie, der Methode des Herrn Dr. Ingenhouß zufolge, im Waſſer der Wirkung der Sonnenſtrahlen ausſetzt, verſchiedene Meinungen vorgebracht hat; und da mir ſelbſt keine der, zur Erklärung dieſer Erſcheinungen gegebenen Theorien Befriedigung verſchaffte, ſo ſtellte ich nachfolgende Verſuche in der Abſicht an, um über dieſen Gegenſtand ein neues Licht zu verbreiten.

Da ich zufälliger Weiſe gefunden hatte, daß rohe Seide die Kraft beſitzt, Luft in großer Menge vom Waſſer zu trennen, und anzuziehen, wenn man ſie in ſelbigem der Wirkung der Sonnenſtrahlen ausſetzt, ſo fiel es mir ein, die Eigenſchaften dieſer Luft zu unterſuchen, und die, ihre Erzeugung begleitenden Umſtände aufmerkſamer zu betrachten, indem ich dachte, daß dieſes vielleicht auf einige weitere Entdeckungen in Bezug auf die, durch Waſſer hervorgebrachte Luft unter andern Umſtänden führen könnte; und wiewohl der Erfolg dieſer Unterſuchungen meinen Wünſchen nicht entſprach, ſo ſchmeichele ich mir doch, da ich im Verlaufe meiner Unterſuchungen einige Thatſachen entdeckte, die ich für neu halte, und andere ſchon bekannte durch eine große Menge von verſchiedenen Verſuchen beſtätigte, daß eine Nachricht von meinen Arbeiten nicht gänzlich unintereſſant gefunden werde.

Ehe ich in die ausführliche Beſchreibung meiner Verſuche eingehe, wird es nöthig ſeyn, voraus zu erinnern, daß ich mich im Allgemeinen bloß auf die Thatſachen einſchränke, wie ſie ſich ſelbſt darſtellen, ohne ſie auf die Beſtätigung oder Widerlegung der Theorien anderer, in Bezug auf ihre entfernten Urſachen, anzuwenden; und bei der Beſchreibung der verſchiedenen Erſcheinungen bediene ich mich der gewöhnlichſten Ausdrücke. So werde ich, wenn ich von der Luft rede, welche hervorgebracht wird, ſobald man

ohe Seide unter Waſſer der Wirkung des Sonnenlich-
es ausſetzt, bisweilen von derſelben ſo reden, als ob
ie Seide ſelbige hergäbe; und anderemale ſpreche ich
on der Luft, die das Waſſer, was vorher ſchon grün
eworden war, in dem Sonnenlichte hervorbringt,
ls wenn es unmittelbar aus dem Waſſer ſey erzeugt
orden, obgleich es wahrſcheinlich iſt, daß die grüne
Materie am meiſten zu der Erzeugung dieſer Luft
itwirkt, und zwar ſowohl in dem einen, als vielleicht
uch im anderen Falle. Allein, wie dieſe wirkt, iſt
och nicht genau beſtimmt; und ich hielt es, im Durch-
chnitte genommen, für rathſamer, mich auf eine ein-
ache, und ſelbſt ungelehrte Beſchreibung der Thatſa-
hen einzuſchränken, als, indem ich unternähme, ge-
auere Definitionen zu geben, mich gleich anfangs in
lle die Schwierigkeiten zu verwickeln, welche eine Be-
nühung begleiten würden, Rechenſchaft von Erſchei-
ungen geben zu wollen, deren Urſachen noch ſehr un-
ollkommen bekannt ſind.

Erſter Verſuch.

Meine erſte Bemühung war, eine hinlängliche Menge von dieſer Luft einzuſammeln, die durch die Seide vom Waſſer getrennt worden war, und ihre Güte durch die Salpeterluftprüfung zu beſtimmen.

Zu dieſem Ende füllte ich eine Kugel von dünnem,

weißen, ſehr durchſichtigen Glaſe, welche vier und einen halben Zoll im Durchmeſſer, und einen zylindriſchen Hals von dreiviertel Zoll Durchmeſſer und zwölf Zoll Länge hatte, mit reinem Quellwaſſer, und brachte darein dreißig Gran roher Seide, welche vorher in Waſſer abgewaſchen war, um ſie von der Luft zu befreien. Nachdem ich hierauf die Kugel unter Waſſer umgekehrt, und ihren Hals in einen Glaskrug, der eine Quantität des nemlichen Waſſers enthielt, wie ſich in der Kugel befand, geſtellt hatte, ſetzte ich alles in meinem Fenſter der Wirkung der Sonnenſtrahlen aus, und bereitete mich ſelbſt, den Fortgang der Erzeugung oder Hervorbringung von der Luft zu unterſuchen.

Die Kugel war der Einwirkung der Sonnenſtrahlen noch nicht zehn Minuten lang ausgeſetzt geweſen, als ich ſchon eine unendliche Menge von auſſerordentlich kleinen Luftbläschen entdeckte, welche auf der Oberfläche der Seide zu erſcheinen begannen; und da die Bläschen ſowohl in der Menge, als in der Größe immer zunahmen, ſo ſtieg die Seide, nach Verlauf von zwei Stunden, als ſie damit gänzlich bedeckt zu ſeyn ſchien, an den obern Theil der Kugel hinauf.

Dieſe Luftblaſen fuhren immer fort, an Größe zuzunehmen, und da ſie jetzt ineinander floſſen, ſo fiengen ſie endlich an, ſich von der Seide loszureißen,

und eine Anſammlung von Luft an dem oberen Theile der Kugel zu bilden; allein, da das Maaß meines Eudiometers immer noch zu groß war, ſo dauerte es vier Tage, während welcher die Kugel in der Sonne geſtanden hatte, ehe eine hinlängliche Menge von Luft zuſammengebracht werden konnte, um den Verſuch mit Salpeterluft anzuſtellen, durch welchen die Güte derſelben geprüft werden ſollte.

Ich hatte endlich zu dieſem Zwecke eine hinreichende Menge von Luft eingeſammelt, brachte ſie ſorgfältig aus der Kugel heraus, und miſchte mit einem Maaße davon drei Maaß Salpetergas; dieſe wurden bis auf 1,4 Maaß verſchluckt, welches beweiſt, daß es in der That dephlogiſtiſirte Luft *), und zwar von einem vorzüglichen Grade von Reinheit war.

Gemeine Luft, zu der nemlichen Zeit geprüft, zeigte ſich ſo, daß ein Maaß davon, mit einem Maaße Salpeterluft vermiſcht, auf 1,08 Maaß zurückgebracht wurde.

*) Man muß nicht vergeſſen, daß dieß im Jahre 1786 geſchrieben war, zu welcher Zeit dieſe elaſtiſche Flüſſigkeit noch allgemein dephlogiſtiſirte Luft genannt wurde.

A. d. V.

Nachdem ich die Kugel mit der nemlichen Seide und Waſſer wieder in mein Fenſter geſetzt hatte, wo die Sonne den gröſsten Theil des Tages ſchien, ſammelte ich nach Verlauf von drei Tagen $3\frac{3}{4}$ Kubikzoll Luft, welche bei der Prüfung mit nitröſer Luft $1a + 3n = 1{,}18$ gaben, das heiſst, ein Maaſs dieſer Luft, mit drei Maaſsen Salpeterluft *vermiſcht*, wurden auf 1,18 Maaſs verſchluckt.

Ein Wachsſtock, der eben ausgeblaſen worden war, ſo, daſs nur noch ein kleiner Theil des Dochtes glühend blieb, entzündete ſich unmittelbar, als man ihn in ein, mit dieſer Luft erfülltes Glas brachte, und brannte darinn mit einer ſehr glänzenden und verſtärkten Flamme.

Das Waſſer in der Kugel ſchien etwas von ſeiner Durchſichtigkeit verloren zu haben, auch hatte es ſeine Farbe in ein ziemlich mattes Grünlich geändert, da es zu gleicher Zeit auch den Geruch oder Duft, der der rohen Seide eigen iſt, angenommen hatte.

Ich wiederholte den Verſuch mehreremale mit friſchem Waſſer, (worin die nemliche Seide gethan wurde,) und faſt jederzeit mit dem nemlichen Erfolg, den einzigen Unterſchied indeſſen abgerechnet, daſs, wenn die Sonne ſehr hell ſchien, die Menge von erzeugter Luft nicht nur gröſser, ſondern auch ihre Qualität weit

vorzüglicher war, als wenn die Sonnenſtrahlen ſchwächer, oder durch vorüberziehende Wolken oft unterbrochen wurden. Die Luft war jedoch immer nicht blos beſſer, als die gemeine Luft, ſondern auch beſſer, als die, welche gewöhnlich durch friſche Blätter erzeugt wird, die man, wie bei den Verſuchen des Dr. Ingenhouß, den Sonnenſtrahlen unter Waſſer ausgeſetzt hat. Und unter den günſtigſten Umſtänden war ſie ſo gut, daß ein Maaß davon vier Maaß Salpeterluft erfoderte, um geſättigt zu werden, und es wurden dabei 3,65 Maaß der beiden Luftarten zerſtört, oder mit andern Worten, ſie gab bei der Probe mit nitröſer Luft $1a + 4n = 1{,}35$, welches, wie ich glaube, ſie als beſſer anzeigt, wie irgend eine Luft, die bis jetzt bei Verſuchen mit Vegetabilien hervorgebracht worden.

Die Methode, welche ich hier angenommen habe, algebraiſche Charaktere zur Bezeichnung der Reſultate meiner Verſuche über die Beſtimmung der Güte der Luft zu brauchen, iſt, wenn gleich nicht ſtreng mathematiſch, doch gewiß ſehr paſſend, und aus dieſem Grunde werde ich fortfahren, Gebrauch davon zu machen. a bedeutet die Luft, welche geprüft werden ſoll, n die nitröſe, oder Salpeterluft, und die Zahlen, welche dieſen Buchſtaben angehängt ſind, zeigen die Quantitäten oder Zahlen der Maaße der verſchiedenen Luftarten an, die bei dieſen Verſuchen gebraucht worden ſind. Die andere Zahl, die allein, oder ohne ei-

nen an ſie angehängten Buchſtaben, an dem andern Ende der Gleichung ſteht, zeigt das Volumen oder die Zahl und Theile von Maaßen an, bis wohin die beiden Luftarten ſich reduzirt haben, nachdem eine mit der andern vermiſcht worden iſt. Hin und wieder werde ich noch eine vierte Zahl zufügen, die die Quantität der beiden zerſtörten Gasarten anzeigt, weil dieſes die Güte der geprüften Luft noch unmittelbarer anzeigt.

Sonach iſt ein Maaß von der zu prüfenden Luft beim letzterwähnten Verſuche mit vier Maaß Salpeterluft gemiſcht und auf 1,35 Maaß zurückgebracht worden; folglich wurden hier 3,65 Maaß der beiden Luftarten zerſtört; denn es verhält ſich $1 + 4 = 5 - 1{,}35 = 3{,}65$ und ich drücke das Reſultat dieſer Probe folgendergeſtalt aus: $1a + 4n = 1{,}35$, oder 3,65.

Oder auch, zu einer noch größern Bequemlichkeit in der Praxis, da dieſe letzte Zahl, 3,65 oder $3\frac{65}{100}$ die Güte der Luft, von welcher die Rede iſt, unmittelbar zeigt, wie ich eben bewieſen habe, ſo iſt ſie, wenn ich mit Dr Ingenhouß das Maaß des Eudiometers in hundert gleiche Theile getheilt annehme, $100a + 400n = 135$, und 365, welches das Volumen der beiden zerſtörten Luftarten ausdrückt, wird alsdann zu einer ganzen Zahl.

Anſtatt indeſſen 100a + 400n = 135 u. ſ. w. zu ſchreiben, werde ich fortfahren, mich der Ausdrücke 1a + 4n = 1,35 zu bedienen, und die letztere Zahl (3,65) demungeachtet als eine ganze Zahl zu betrachten; auch werde ich bisweilen (indem ich hierinn dem Beiſpiele des Herrn Ingenhouß folge) dieſe Zahl nur allein hinſchreiben, um die Güte irgend einer unterſuchten Luft dadurch zu bezeichnen.

Ich will nur noch, in Bezug auf mein Verfahren, die Güte irgend einer Art von Luft durch die Salpeterluft zu unterſuchen, bemerken, daß ich die beiden Luftarten in einem Glaſe, das ungefähr einen Zoll im Durchmeſſer und vier Zoll in der Länge hat, vermiſche, indem ich zuerſt die zu prüfende Luft in das Glas thue, und hierauf das Salpetergas, ein Maaß nach dem andern, hineinbringe, bis das Volumen der beiden Luftarten, nachdem die Verminderung ſtatt gefunden hat, ſich auf mehr als ein Maaß, oder weniger als zwei Maaß beläuft.

Unmittelbar nach der Einbringung eines Maaßes von Salpeterluft, ſchüttle ich das Glas ein paarmal, worauf ich es ganz ruhig ſtehen laſſe, während ich ein anderes Maaß Salpeterluft zurecht mache, welches ungefähr zwanzig Sekunden dauert.

Iſt das Maaß des Eudiometers mit Luft gefüllt,

ſo laſſe ich es funfzehn Sekunden ruhig unter Waſſer ſtehen, oder ſo lange, bis ich gemächlich bis dreißig gezählt habe, damit die Luft Zeit haben kann, die Temperatur des Waſſers in dem Unterſetzgefäße anzunehmen, und daß das Waſſer in dem Maaße Zeit habe, von den Seiten der Glasröhre herabzufließen. Beim Schließen des Eudiometers ſorge ich dafür, daß es genau mit der Oberfläche des Waſſers in der Wanne gleich komme. Aehnliche Vorſichtsregeln werden auch gleichergeſtalt beim Meſſen des Volumens der beiden Luftarten befolgt, die ſich in der Röhre des Eudiometers befinden, nachdem ſie in dem Glaſe vermiſcht und vermindert worden ſind.

Damit ich wiſſen könne, wenn ich genug Salpeterluft zu der Luft im Glaſe hinzugethan habe, ſo daß ſich das Volumen der beiden Luftarten auf ein Maaß beläuft, und nicht größer als zwei Maaß werde, habe ich mit einem Demant zwei Marken auf das Glas geritzt, deren eine zwei, die andere ein Maaß meines Eudiometers zeigt.

Die Röhre meines Eudiometers hält innerlich einen halben Zoll im Durchmeſſer, und ein Maaß nimmt $3\frac{1}{4}$ Zoll der Länge nach in ſelbigem ein, das Gemäß ſelbſt aber iſt aus einem Stücke der nemlichen Röhre verfertigt. Sowohl dieſes als jenes ſind innerhalb mit feinem Schmirgel ausgeſchliffen, um die Politur

des Glaſes wegzunehmen, und auf dieſe Weiſe das Herabrinnen des Waſſers zu erleichtern, da dieſes ſonſt innerhalb der Röhre in Geſtalt von Tropfen hängen bleiben möchte, wenn man die Luft hinein bringt.

Die Salpeterluft wurde jederzeit friſch verfertigt, und zwar immer von den nemlichen Materialen, nemlich feinem Kupferdrathe, der in rauchendem Salpetergeiſt aufgelöſt und mit fünfmal deſſen Volumen Waſſer verdünnt worden war; auch wurde alle nur mögliche Aufmerkſamkeit auf jeden andern Umſtand verwendet, welcher zur Genauigkeit der Verſuche beitragen konnte.

Ich hielt es für nöthig, dieſe Kleinigkeiten wegen des großen Unterſchiedes anzuführen, der ſich bei der anſcheinenden Güte jeder Art von Luft, die durch Salpeter geprüft worden war, zeigt, und die aus dem Unterſchiede von Umſtänden entſpringt, unter welchen der Verſuch angeſtellt wurde.

Ich kehre jedoch zu meinen Verſuchen zurück, die ich über die Luft anſtellte, welche hervorgebracht wird, wenn man Seide unter Waſſer der Wirkung der Sonnenſtrahlen ausſetzt.

Zweiter Verſuch.

Da ich fand, daß die Quantität und die Qualität der erzeugten Luft großentheils von der Intenſität des Lichtes abhieng, wodurch das Waſſer und die ſich in demſelben befindende Seide erleuchtet wurde, ſo wurde ich begierig, zu ſehen, ob dieſe nicht, wenn man ſie alles Lichtes beraubte, zugleich der Kraft beraubt ſeyn würden, Luft hervorzubringen. Um mich hiervon zu überzeugen, nahm ich eine Kugel A, die der ähnlich war, welcher ich mich beim vorhergehenden Verſuche bedient hatte, und nachdem ich ſie mit friſchem Quellwaſſer gefüllt, brachte ich dreißig Gran rohe Seide hinein, und brachte ſie mit ihrem zylindriſchen Halſe umgekehrt in einen Krug, mit gleichem Waſſer gefüllt, worauf ich dann das Ganze mit einem umgeſtürzten irdenen Gefäße bedeckte, und, ſo bedeckt, einige Tage lang in mein Fenſter neben eine andere Kugel B ſetzte, die eine gleiche Quantität Waſſer und Seide enthielt, aber blos ſtand, und auf dieſe Weiſe den direkten Sonnenſtrahlen ausgeſetzt war.

Das Reſultat dieſer Verſuche war, daß das Waſſer und die Seide in der Kugel, welche dem Sonnenlichte ausgeſetzt war, Luft in großer Menge, wie im vorerwähnten Verſuche, lieferte, während die in Dunkelheit ſtehende, bedeckte Kugel nur ſehr wenig unbe-

trächtliche Luftbläschen hervorbrachte, welche an der Seide hängen blieben.

Dritter Verſuch.

Um zu ſehen, ob die Wärme die Erzeugung der Luft in der, vor dem Lichte geſchützten Kugel nicht etwa erleichterte, entfernte ich dieſelbe jetzt vom Fenſter, und brachte ſie in die Nähe eines (deutſchen) Ofens, wo ich ſie länger als 24 Stunden, bis zu ungefähr 90° der Fahrenheitiſchen Skale erwärmt hielt; allein alles dieſes half zu nichts. Die hervorgebrachte Luft war in ſo auſſerordentlich geringer Quantität, daß ſie niemals weder geprüft, noch gemeſſen werden konnte, da ſie nur aus einigen abgeriſſenen Luftbläschen beſtand, die ſich gegen das obere Ende hin angeſammelt hatten.

Die mittlere Wärme des Waſſers in der Kugel, die den Sonnenſtrahlen ausgeſetzt war, betrug zu der Zeit, wo es die Luft im größten Ueberfluſſe lieferte, ohngefähr 90 Grad Fahrenheit. Sie belief ſich bisweilen bis 96°; allein es erzeugte ſich oftmals auch Luft in beträchtlicher Menge, wenn die Wärme nicht 67° und 70° überſtieg.

Vierter Verſuch.

Da ich aus dem letzten Verſuche (Nr. 3.) erſehen hatte, daß die Wärme allein, ohne Licht, nicht zureichte, der Seide die Fähigkeit mitzutheilen, daß ſie Luft aus dem Waſſer erzeugte, ſo war ich nunmehr neugierig, die Wirkung des Lichtes auf dieſelbe, ohne Wärme, zu beobachten. Zu dieſem Ende nahm ich die Kugel B, mit dem, was darinne war, und brachte ſie, indem ich ſie in eine Miſchung von Eis und Waſſer tauchte, auf eine Temperatur von ungefähr 50° Fahrenheit, und nachdem ich ſie aus dieſer Miſchung herausgenommen, und unmittelbar darauf den Sonnenſtrahlen ausgeſetzt hatte, (welche gerade ſehr ſtechend und ſtark waren,) ſo erhielt ich ſie in dieſer Temperatur über zwei Stunden, durch die gelegentliche Application von Tüchern, in dieſes Eiswaſſer getaucht, und an den untern Theil der Kugel gehalten.

Ungeachtet dieſes Kältegrades, wurde eine beträchtliche Menge von Luft hervorgebracht, wenn gleich ihrer nicht ſoviel geliefert wurde, als wenn man die Kugel in den Sonnenſtrahlen ſich erwärmen ließ.

Nachdem ich mich auf dieſe Weiſe von der großen Wirkung der Sonnenſtrahlen, Luft hervorzubringen, wenn man Seide unter Waſſer ihrem Einfluſſe ausſetzte, überzeugt hatte, ſo war jetzt meine nächſte Bemühung, zu

beſtimmen, ob dieß aus einer beſondern Eigenſchaft des Sonnenlichtes komme, oder ob nicht auch anderes Licht die nemliche Wirkung hervorbringen würde. In der Abſicht, dieſen Punkt auszumitteln, den ich von großer Wichtigkeit hielt, ſtellte ich den nachfolgenden intereſſanten Verſuch an.

Fünfter Verſuch.

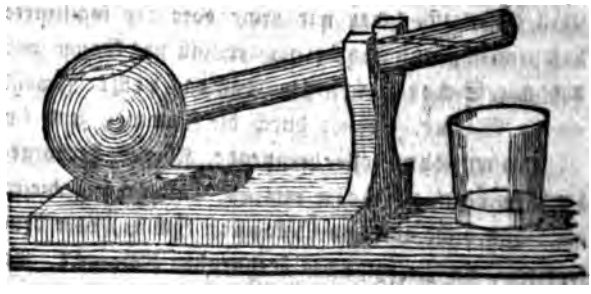
Nachdem ich alle Luft aus der Kugel B entfernt, und ihre Stelle durch eine Quantität friſches Waſſer erſetzt hatte, ſetzte ich ſie wiederum in ihr Unterſetzgefäß zurück, und umgab dieſes, nachdem ich es in ein finſteres Zimmer gebracht, mit ſechs Lampen, mit Reflektoren, und ſechs Wachslichtern, welche in verſchiedenen Entfernungen von drei bis ſechs Zoll davon entfernt, und ſo geſtellt waren, daß ſie die größtmöglichſte Quantität von Licht auf die Seide im Waſſer warfen, wobei ich zu gleicher Zeit Sorge trug, daß das Waſſer nicht einen größeren Grad von Wärme, als etwa 90° Fahrenheit, erlangte.

Die Sachen hatten in dieſer Stellung noch keine zehn Minuten geſtanden, als ich ganz deutlich die Luftblaſen entdeckte, die anfiengen, ſich auf der Oberfläche der Seide zu zeigen; und nach Verlauf von ſechs Stunden hatte ſich an dem oberen Theile der Kugel eine Quantität von Luft angeſammelt, die hinlänglich war,

giebt manche Erſcheinungen, welche dieſe Meinung zu rechtfertigen ſcheinen.

Wir kehren jedoch zur Beſchreibung meiner Verſuche wieder zurück. — Da die Operation, die Kugeln unter dem Waſſer umzuwenden, und in Schalen zu ſtellen, alsdann ſie beim Herausnehmen der Luft, immer hinein und wieder heraus zu bringen, mit einigen Unbequemlichkeiten verknüpft war, ſo griff ich zu einer andern Methode, den Apparat vorzurichten, die weit einfacher und bequemer war.

Die gefüllten Kugeln wurden nemlich auf ein ſchmales Tannenbret, ſo, daß ihre Hälſe in einem Winkel von 20° über die Fläche ſtiegen, gebracht, und ſie wurden in dieſer Stellung durch eine ſenkrecht ſtehende, hölzerne Gabel unterſtützt, die an dem Ende des Bretes befeſtigt war, wie es die hier ſtehende Figur zeigt.



Der Theil des Bretes, auf welchem der untere Theil der Kugel ruht, war ein wenig ausgehölt, um das Rollen der Kugel zu verhindern; oder, was ich für noch vortheilhafter und ſicherer fand, es wurde ein kleiner Ring oder Wulſt von weichem Holze an dieſer Stelle unten an das Bret genagelt.

Durch dieſe Einrichtung wurden die Unterſetzſchalen erſpart, und da der Hals der Kugel jetzt ſo ſtand, daß man leicht dazu kommen konnte, ſo ließen ſich die an der Seide hängenden Luftblaſen jederzeit ohne Mühe, durch einen hineingebrachten Drath, oder, was ich vorzugsweiſe brauchte, eine dünne Glasröhre, trennen; welches oftmals nothwendig iſt, um die in einer gewiſſen gegebenen Zeit gelieferte Menge von Luft, mit mehr Genauigkeit beſtimmen zu können.

Die hervorgebrachte Luft ſteigt natürlicher Weiſe an den Theil der Kugel, welcher der oberſte iſt, wo ſie ſich anſammelt, und eine gleiche Quantität Waſſer hinaustreibt; man kann dieſes, damit es nicht verlaufe, ſammeln, indem man ein eigenes Gefäß zur Aufnahme deſſelben unter die Mündung ſtellt.

Die Methode, wie man die Luft aus der Kugel herausbringt, iſt zu gut bekannt, als daß hier noch eine Beſchreibung erfodert würde. Ich muß indeſſen bemerken, daß, wenn man es thut, man Sorge trage,

daß das Waſſer, in welches man die Kugel eintaucht, völlig rein, und von derſelben Art, wie das in der letzteren ſey, weil ſonſt das, welches in die Kugel eindringt, um die entfernte Luft zu erſetzen, den Verſuch ſtören möchte.

Nachdem ich mich mit einer Anzahl von Kugeln, von verſchiedener Größe, verſehen hatte, die auch ſämmtlich mit Bretern oder Unterſätzen verſehen waren, um ſie zu tragen, fuhr ich in dem Verlaufe meiner Verſuche fort, wie folgt.

Weil ich fand, daß rohe Seide, die der Wirkung des Lichtes unter Waſſer ausgeſetzt wird, dieſes letztere beſtimmt, reine Luft in einer ſo großen Menge hervorzubringen, ſo war ich jetzt begierig, auszumitteln, ob dieſes aus einer beſondern Qualität entſpränge, die die Seide etwa beſäße; oder ob man durch andere Körper nicht vielleicht die nemliche Wirkung hervorbringen könne. Zu dieſem Ende brachte ich in ſechs Kugeln, deren jede vier und einen halben Zoll im Durchmeſſer hielt, und mit friſchem Quellwaſſer angefüllt war, die nachfolgenden Subſtanzen, und ſetzte ſie ſämmtlich, zu einerlei Zeit, der Einwirkung der Sonnenſtrahlen aus.

In die Kugel Nr. 1. brachte ich 15 Gran Schaafwolle.
Nr. 2. — — 15 — Eiderdunen.
Nr. 3. — — 15 — feinen ruſſiſchen Haſenpelz.
Nr. 4. — — 15 — Baumwolle.
Nr. 5. — — 15 — Linnen, oder zerzupfte Leinwand.
Nr. 6. — — 15 — Menſchenhaare.

Dieſe Subſtanzen wurden alle wohl gewaſchen, und völlig von Luft befreit, indem man ſie, ehe ſie in die Kugeln kamen, vorher anfeuchtete.

Die Reſultate dieſer Verſuche waren folgende.

Sechſter Verſuch.

Die Kugel Nr. 1., welche die Schaafwolle enthielt, fieng nicht eher an, Luft in einer beträchtlichen Menge zu liefern, als den dritten Tag, nachdem ſie der Wirkung der Sonnenſtrahlen ausgeſetzt worden war; und da jetzt einige wolkigte Tage dazwiſchen kamen, ſo entfernte ich die Luft nicht eher, als den achten Tag, wo ich $1\frac{3}{4}$ Kubikzoll Luft ſammelte, welche, mit Salpetergas geprüft, $1a + 3n = 1{,}28$ oder 272 Grad gaben.

Die Wolle lieferte nie mehr, als ein Drittel der

Luft, die eine gleiche Menge von Seide, unter den nemlichen Umſtänden geliefert haben würde.

Das Waſſer war ſehr ſchwach grünlich gefärbt.

Siebenter Verſuch.

Das Waſſer in der Kugel Nr. 2., in welcher ſich Eiderdunen befanden, lieferte faſt unmittelbar gleich Luft, und fuhr fort, die ganze Zeit des Verſuches hindurch welche zu geben, faſt in eben ſo großen Quantitäten, als das Waſſer mit der Seide bei den vorigen Verſuchen gethan hatte, und beinahe von der nemlichen Güte. 1¼ Kubikzoll dieſer Luft gaben den achten Tag vom Anfange des Verſuches, oder den dritten des Sonnenſcheins an gerechnet, bei der Prüfung mit Salpeterluft, $1a + 3n = 1{,}34$ oder 266 Grad Reinheit.

Das Waſſer war ſchwach grünlichgelb gefärbt, und die Eiderdunen ſchienen bei einer aufmerkſamen Unterſuchung mit einem grünlichen Schleime überzogen.

Achter Verſuch.

Die Kugel Nr. 3., mit dem Haſenpelz (es war weißer), lieferte mehr Luft, als die Schaafwolle, aber

nicht ſoviel, als die Eiderdunen. Nach vier Tagen Sonnenſchein ſammelte ich zwei Kubikzoll von dieſer Luft, welche, mit Salpetergas geprüft, $1a + 3n = 1{,}44$, oder 256 gab.

Das Waſſer hatte eine ziemlich gelblichgrüne Farbe angenommen, doch ſchien es nicht viel von ſeiner Durchſichtigkeit verloren zu haben, oder geeignet, einen Bodenſatz zurückzulaſſen.

Die bei dieſem Verſuch erzeugte Luft erſchien auf eine abweichende Weiſe von der, welche bei den vorhergehenden Verſuchen zum Vorſchein gekommen war, denn die Luftbläschen, die ſich auf der Oberfläche des Pelzes zeigten, ſtanden in beträchtlichen Entfernungen von einander, und wuchſen zu einer anſehnlichen Größe heran, ehe ſie ſich losriſſen, um bis über die Oberfläche des Waſſers heraufzuſteigen.

Neunter Verſuch.

Die vierte Kugel, mit Baumwolle, lieferte eine beträchtliche Menge von Luft, die beſſer zu ſeyn ſchien, als irgend eine der andern fünf Kugeln. Bei der Probe mit Salpeterluft ergab ſich $1a + 3n = 1{,}07$ oder 293; und, was beſonders war, das Waſſer ſchien ſeine Farbe nicht im geringſten verändert, oder etwas von ſeiner Klarheit verloren zu haben.

Zweiter Verſuch.

Da ich fand, daß die Quantität und die Qualität der erzeugten Luft großentheils von der Intenſität des Lichtes abhieng, wodurch das Waſſer und die ſich in demſelben befindende Seide erleuchtet wurde, ſo wurde ich begierig, zu ſehen, ob dieſe nicht, wenn man ſie alles Lichtes beraubte, zugleich der Kraft beraubt ſeyn würden, Luft hervorzubringen. Um mich hiervon zu überzeugen, nahm ich eine Kugel A, die der ähnlich war, welcher ich mich beim vorhergehenden Verſuche bedient hatte, und nachdem ich ſie mit friſchem Quellwaſſer gefüllt, brachte ich dreißig Gran rohe Seide hinein, und brachte ſie mit ihrem zylindriſchen Halſe umgekehrt in einen Krug, mit gleichem Waſſer gefüllt, worauf ich dann das Ganze mit einem umgeſtürzten irdenen Gefäße bedeckte, und, ſo bedeckt, einige Tage lang in mein Fenſter neben eine andere Kugel B ſetzte, die eine gleiche Quantität Waſſer und Seide enthielt, aber blos ſtand, und auf dieſe Weiſe den direkten Sonnenſtrahlen ausgeſetzt war.

Das Reſultat dieſer Verſuche war, daß das Waſſer und die Seide in der Kugel, welche dem Sonnenlichte ausgeſetzt war, Luft in großer Menge, wie im vorerwähnten Verſuche, lieferte, während die in Dunkelheit ſtehende, bedeckte Kugel nur ſehr wenig unbe-

trächtliche Luftbläschen hervorbrachte, welche an der Seide hängen blieben.

Dritter Verſuch.

Um zu ſehen, ob die Wärme die Erzeugung der Luft in der, vor dem Lichte geſchützten Kugel nicht etwa erleichterte, entfernte ich dieſelbe jetzt vom Fenſter, und brachte ſie in die Nähe eines (deutſchen) Ofens, wo ich ſie länger als 24 Stunden, bis zu ungefähr 90° der Fahrenheitiſchen Skale erwärmt hielt; allein alles dieſes half zu nichts. Die hervorgebrachte Luft war in ſo auſſerordentlich geringer Quantität, daß ſie niemals weder geprüft, noch gemeſſen werden konnte, da ſie nur aus einigen abgeriſſenen Luftbläschen beſtand, die ſich gegen das obere Ende hin angeſammelt hatten.

Die mittlere Wärme des Waſſers in der Kugel, die den Sonnenſtrahlen ausgeſetzt war, betrug zu der Zeit, wo es die Luft im größten Ueberfluſſe lieferte, ohngefähr 90 Grad Fahrenheit. Sie belief ſich bisweilen bis 96°; allein es erzeugte ſich oftmals auch Luft in beträchtlicher Menge, wenn die Wärme nicht 67° und 70° überſtieg.

Vierter Verſuch.

Da ich aus dem letzten Verſuche (Nr. 3.) erſehen hatte, daß die Wärme allein, ohne Licht, nicht zureichte, der Seide die Fähigkeit mitzutheilen, daß ſie Luft aus dem Waſſer erzeugte, ſo war ich nunmehr neugierig, die Wirkung des Lichtes auf dieſelbe, ohne Wärme, zu beobachten. Zu dieſem Ende nahm ich die Kugel B, mit dem, was darinne war, und brachte ſie, indem ich ſie in eine Miſchung von Eis und Waſſer tauchte, auf eine Temperatur von ungefähr 50° Fahrenheit, und nachdem ich ſie aus dieſer Miſchung herausgenommen, und unmittelbar darauf den Sonnenſtrahlen ausgeſetzt hatte, (welche gerade ſehr ſtechend und ſtark waren,) ſo erhielt ich ſie in dieſer Temperatur über zwei Stunden, durch die gelegentliche Applikation von Tüchern, in dieſes Eiswaſſer getaucht, und an den untern Theil der Kugel gehalten.

Ungeachtet dieſes Kältegrades, wurde eine beträchtliche Menge von Luft hervorgebracht, wenn gleich ihrer nicht ſoviel geliefert wurde, als wenn man die Kugel in den Sonnenſtrahlen ſich erwärmen ließ.

Nachdem ich mich auf dieſe Weiſe von der großen Wirkung der Sonnenſtrahlen, Luft hervorzubringen, wenn man Seide unter Waſſer ihrem Einfluſſe ausſetzte, überzeugt hatte, ſo war jetzt meine nächſte Bemühung, zu

beſtimmen, ob dieß aus einer beſondern Eigenſchaft des Sonnenlichtes komme, oder ob nicht auch anderes Licht die nemliche Wirkung hervorbringen würde. In der Abſicht, dieſen Punkt auszumitteln, den ich von großer Wichtigkeit hielt, ſtellte ich den nachfolgenden intereſſanten Verſuch an.

Fünfter Verſuch.

Nachdem ich alle Luft aus der Kugel B entfernt, und ihre Stelle durch eine Quantität friſches Waſſer erſetzt hatte, ſetzte ich ſie wiederum in ihr Unterſetzgefäß zurück, und umgab dieſes, nachdem ich es in ein finſteres Zimmer gebracht, mit ſechs Lampen, mit Reflektoren, und ſechs Wachslichtern, welche in verſchiedenen Entfernungen von drei bis ſechs Zoll davon entfernt, und ſo geſtellt waren, daß ſie die größtmöglichſte Quantität von Licht auf die Seide im Waſſer warfen, wobei ich zu gleicher Zeit Sorge trug, daß das Waſſer nicht einen größeren Grad von Wärme, als etwa 90° Fahrenheit, erlangte.

Die Sachen hatten in dieſer Stellung noch keine zehn Minuten geſtanden, als ich ganz deutlich die Luftblaſen entdeckte, die anfiengen, ſich auf der Oberfläche der Seide zu zeigen; und nach Verlauf von ſechs Stunden hatte ſich an dem oberen Theile der Kugel eine Quantität von Luft angeſammelt, die hinlänglich war,

um eine Probe ihrer Güte mit Salpeterluft anzuſtellen; und bei dieſer Probe hatte ich das Vergnügen, zu finden, daß ſie dephlogiſtiſirt, und von ſolch' einem Grade von Reinheit war, daß ein Maaß von ihr mit drei Maaß Salpeterluft nicht mehr als 1,68 Maaß einnahmen.

Ich ſetzte hierauf in kleinen, umgeſtürzten und mit Waſſer gefüllten Gläſern dem nemlichen Lichte ein friſch gepflücktes und geſundes Blatt von einem Pfirſchenbaume, und den Zweig einer Erbſenpflanze mit drei Blättern an demſelben aus; und beide Vegetabilien lieferten Luft auf dieſelbe Art, ſo wie man weiß, daß ſie dergleichen liefern, wenn man ſie unter ähnlichen Umſtänden der Wirkung der direkten Sonnenſtrahlen ausſetzt, jedoch in geringerer Menge, welches ich der größeren Intenſität des Sonnenlichtes über das meiner Lampen zuſchreibe.

Ich wiederholte den Verſuch mit dem Waſſer und der Seide verſchiedenemale, jederzeit mit dem nemlichen Erfolge. Die Quantität der gelieferten Luft war bisweilen etwas größer, bisweilen etwas geringer, allein immer in einer weit größeren Menge, als die, welche eine gleiche Quantität Waſſer und Seide lieferte, wenn ſie in der nemlichen Wärme, aber vom Lichte ausgeſchloſſen, geweſen war; und ich habe Urſache zu glauben, daß ſie von weit vorzüglicherer Güte geweſen

ſey, obgleich die Menge der, im Finſtern erzeugten zu gering war, um einer Probe unterworfen werden zu können.

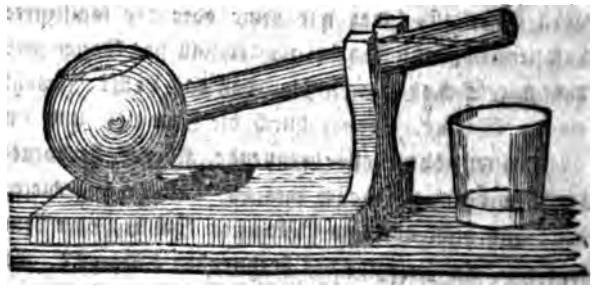
Dieſe Verſuche ſcheinen mir von ſolcher Wichtigkeit zu ſeyn, daß ich ſehr wünſche, ſie möchten wiederholt und ſo abgeändert werden, daß ſie die ganze Sache genau beſtimmten. Ich für meine Perſon würde die weitere Verfolgung dieſer Materie ſehr gerne über mich nehmen; allein da ich mit einer andern Unterſuchung beſchäftigt bin (der Fortſetzung meiner Verſuche über die Wärme), und mir auch auſſerdem noch viel Zeit durch Ausübung meiner militäriſchen Pflichten weggenommen wird, ſo habe ich gegenwärtig zu einer ſolchen Unternehmung nicht die mindeſte Zeit übrig.

Vielleicht kann durch einen zukünftigen Verſuch bewieſen werden, daß die Lichtmaterie ein conſtituirender Theil deſſen iſt, was wir reine oder dephlogiſtiſirte Luft nennen; und wenn dieſes der Fall iſt, können wir nicht mit Scheele ſchließen, daß das Licht, ſowohl als die Wärme, welche durch die Flamme, und im Allgemeinen durch alle brennende Körper hervorgebracht werden, allein aus der Entmiſchung dieſer Luft, und nicht aus dem Phlogiſton komme, oder dem inflammabeln Prinzipe des brennenden Körpers? Es

giebt manche Erſcheinungen, welche dieſe Meinung zu rechtfertigen ſcheinen.

Wir kehren jedoch zur Beſchreibung meiner Verſuche wieder zurück. — Da die Operation, die Kugeln unter dem Waſſer umzuwenden, und in Schalen zu ſtellen, alsdann ſie beim Herausnehmen der Luft, immer hinein und wieder heraus zu bringen, mit einigen Unbequemlichkeiten verknüpft war, ſo griff ich zu einer andern Methode, den Apparat vorzurichten, die weit einfacher und bequemer war.

Die gefüllten Kugeln wurden nemlich auf ein ſchmales Tannenbret, ſo, daß ihre Hälſe in einem Winkel von 20° über die Fläche ſtiegen, gebracht, und ſie wurden in dieſer Stellung durch eine ſenkrecht ſtehende, hölzerne Gabel unterſtützt, die an dem Ende des Bretes befeſtigt war, wie es die hier ſtehende Figur zeigt.



Der Theil des Bretes, auf welchem der untere Theil der Kugel ruht, war ein wenig ausgehölt, um das Rollen der Kugel zu verhindern; oder, was ich für noch vortheilhafter und ſicherer fand, es wurde ein kleiner Ring oder Wulſt von weichem Holze an dieſer Stelle unten an das Bret genagelt.

Durch dieſe Einrichtung wurden die Unterſetzſchalen erſpart, und da der Hals der Kugel jetzt ſo ſtand, daß man leicht dazu kommen konnte, ſo ließen ſich die an der Seide hängenden Luftblaſen jederzeit ohne Mühe, durch einen hineingebrachten Drath, oder, was ich vorzugsweiſe brauchte, eine dünne Glasröhre, trennen; welches oftmals nothwendig iſt, um die in einer gewiſſen gegebenen Zeit gelieferte Menge von Luft, mit mehr Genauigkeit beſtimmen zu können.

Die hervorgebrachte Luft ſteigt natürlicher Weiſe an den Theil der Kugel, welcher der oberſte iſt, wo ſie ſich anſammelt, und eine gleiche Quantität Waſſer hinaustreibt; man kann dieſes, damit es nicht verlaufe, ſammeln, indem man ein eigenes Gefäß zur Aufnahme deſſelben unter die Mündung ſtellt.

Die Methode, wie man die Luft aus der Kugel herausbringt, iſt zu gut bekannt, als daß hier noch eine Beſchreibung erfodert würde. Ich muß indeſſen bemerken, daß, wenn man es thut, man Sorge trage,

daß das Waſſer, in welches man die Kugel eintaucht, völlig rein, und von derſelben Art, wie das in der letzteren ſey, weil ſonſt das, welches in die Kugel eindringt, um die entfernte Luft zu erſetzen, den Verſuch ſtören möchte.

Nachdem ich mich mit einer Anzahl von Kugeln, von verſchiedener Größe, verſehen hatte, die auch ſämmtlich mit Bretern oder Unterſätzen verſehen waren, um ſie zu tragen, fuhr ich in dem Verlaufe meiner Verſuche fort, wie folgt.

Weil ich fand, daß rohe Seide, die der Wirkung des Lichtes unter Waſſer ausgeſetzt wird, dieſes letztere beſtimmt, reine Luft in einer ſo großen Menge hervorzubringen, ſo war ich jetzt begierig, auszumitteln, ob dieſes aus einer beſondern Qualität entſpränge, die die Seide etwa beſäße; oder ob man durch andere Körper nicht vielleicht die nemliche Wirkung hervorbringen könne. Zu dieſem Ende brachte ich in ſechs Kugeln, deren jede vier und einen halben Zoll im Durchmeſſer hielt, und mit friſchem Quellwaſſer angefüllt war, die nachfolgenden Subſtanzen, und ſetzte ſie ſämmtlich, zu einerlei Zeit, der Einwirkung der Sonnenſtrahlen aus.

n die Kugel Nr. 1. brachte ich 15 Gran Schaafwolle.
Nr. 2. — — 15 — Eiderdunen.
Nr. 3. — — 15 — feinen ruſſiſchen Haſenpelz.
Nr. 4. — — 15 — Baumwolle.
Nr. 5. — — 15 — Linnen, oder zerzupfte Leinwand.
Nr. 6. — — 15 — Menſchenhaare.

Dieſe Subſtanzen wurden alle wohl gewaſchen, d völlig von Luft befreit, indem man ſie, ehe ſie die Kugeln kamen, vorher anfeuchtete.

Die Reſultate dieſer Verſuche waren folgende.

Sechſter Verſuch.

Die Kugel Nr. 1., welche die Schaafwolle enthielt, fieng nicht eher an, Luft in einer beträchtlichen Menge zu liefern, als den dritten Tag, nachdem ſie der Wirkung der Sonnenſtrahlen ausgeſetzt worden war; und da jetzt einige wolkigte Tage dazwiſchen kamen, ſo entfernte ich die Luft nicht eher, als den achten Tag, wo ich $1\frac{3}{4}$ Kubikzoll Luft ſammelte, welche, mit Salpetergas geprüft, $1a + 3n = 1{,}28$ oder 272 Grad gaben.

Die Wolle lieferte nie mehr, als ein Drittel der

Luft, die eine gleiche Menge von Seide, unter den nemlichen Umſtänden geliefert haben würde.

Das Waſſer war ſehr ſchwach grünlich gefärbt.

Siebenter Verſuch.

Das Waſſer in der Kugel Nr. 2., in welcher ſich Eiderdunen befanden, lieferte faſt unmittelbar gleich Luft, und fuhr fort, die ganze Zeit des Verſuches hindurch welche zu geben, faſt in eben ſo großen Quantitäten, als das Waſſer mit der Seide bei den vorigen Verſuchen gethan hatte, und beinahe von der nemlichen Güte. 1½ Kubikzoll dieſer Luft gaben den achten Tag vom Anfange des Verſuches, oder den dritten des Sonnenſcheins an gerechnet, bei der Prüfung mit Salpeterluft, $1a + 3n = 1{,}34$ oder 266 Grad Reinheit.

Das Waſſer war ſchwach grünlichgelb gefärbt, und die Eiderdunen ſchienen bei einer aufmerkſamen Unterſuchung mit einem grünlichen Schleime überzogen.

Achter Verſuch.

Die Kugel Nr. 3., mit dem Haſenpelz (es war weißer), lieferte mehr Luft, als die Schaafwolle, aber

nicht ſoviel, als die Eiderdunen. Nach vier Tagen Sonnenſchein ſammelte ich zwei Kubikzoll von dieſer Luft, welche, mit Salpetergas geprüft, $1a + 3n = 1{,}44$, oder 256 gab.

Das Waſſer hatte eine ziemlich gelblichgrüne Farbe angenommen, doch ſchien es nicht viel von ſeiner Durchſichtigkeit verloren zu haben, oder geeignet, einen Bodenſatz zurückzulaſſen.

Die bei dieſem Verſuch erzeugte Luft erſchien auf eine abweichende Weiſe von der, welche bei den vorhergehenden Verſuchen zum Vorſchein gekommen war, denn die Luftbläschen, die ſich auf der Oberfläche des Pelzes zeigten, ſtanden in beträchtlichen Entfernungen von einander, und wuchſen zu einer anſehnlichen Größe heran, ehe ſie ſich losriſſen, um bis über die Oberfläche des Waſſers heraufzuſteigen.

Neunter Verſuch.

Die vierte Kugel, mit Baumwolle, lieferte eine beträchtliche Menge von Luft, die beſſer zu ſeyn ſchien, als irgend eine der andern fünf Kugeln. Bei der Probe mit Salpeterluft ergab ſich $1a + 3n = 1{,}07$ oder 293; und, was beſonders war, das Waſſer ſchien ſeine Farbe nicht im geringſten verändert, oder etwas von ſeiner Klarheit verloren zu haben.

Zehnter Verſuch.

Die Kugel Nr. 5., mit zerzupfter Leinwand, war ſehr langſam mit Lufterzeugen, und brachte nur eine geringe Quantität davon zum Vorſchein; nach Verlauf von vierzehn Tagen indeſſen ſammelte ich ungefähr zwei Kubikzoll, welche bei der Probe mit Salpetergas $1a + 3n = 1{,}51$, oder 249 gaben.

Die Luft ſelbſt ſchien ſehr wenig Neigung zu beſitzen, ſich auf der Oberfläche dieſer Subſtanz feſtzuhalten. Es war ſehr ſelten der Fall, daß genug Luftblaſen dahin gezogen wurden, um ſie zum Aufſteigen über die Oberfläche des Waſſers zu bewegen, und die wenigen Blaſen, welche von Zeit zu Zeit erſchienen, verſchwanden ſehr bald bei der Verminderung des Lichtes und der Wärme der Sonne. Kurz, es ergab ſich, daß zwiſchen dieſer Subſtanz und den Luftpartikelchen nur eine ſehr geringe Anziehung ſtatt finde, wenigſtens wenn ſie in Waſſer aufgelöſt ſind. Ob dieſes aus einer höheren Verwandtſchaft der Subſtanz des Waſſers entſpringt, oder nicht, will ich hier nicht entſcheiden; es ſcheint mir aber wahrſcheinlich, da eine ſo ſtarke Anziehungskraft bei Waſſer und Linnen oder Flachs ſtatt findet, welches ſich aus der Begierde zeigt, mit welcher ein Stück trockne Leinwand dieſe Flüſſigkeit einſaugt, und naß wird, ſelbſt in einer beträchtlichen Entfernung, wenn nur das Ende deſſelben in Waſſer getaucht wird.

Man muß ſich erinnern, daß ich hier die Trennung der Luft vom Waſſer als eine einfache Operation betrachte, und nicht auf Rechnung einer Reinigung oder vielmehr Erzeugung dieſer Luft ſchreibe. Obſchon große Urſache vorhanden iſt, zu ſchließen, daß dieſe beiden Operationen ſehr nahe mit einander verwandt ſind, ſo will ich doch, um meine Unterſuchungen zu vereinfachen, die Erſcheinungen fürs erſte ſo beſchreiben, wie ſie ſich meinen Sinnen darſtellten. Späterhin wird es leichter werden, alle beliebigen Schlüſſe aus den Reſultaten der Verſuche zu ziehen, welche eine ſorgfältige Unterſuchung und Vergleichung der verſchiedenen Erſcheinungen rechtfertigen mag.

Eilfter Verſuch.

Die Kugel Nr. 6., mit Menſchenhaaren, lieferte noch weniger Luft, als die zerzupfte Leinwand in dem letzterwähnten Verſuche. Allein troz der geringen Menge, war ſie in der Qualität weit vorzüglicher, als die atmoſphäriſche Luft, denn bei einer Prüfung mit Salpeterluft gab ſie $1a + 2n = 1{,}45$ oder 155, da die gemeine Luft, zur nemlichen Zeit einer Prüfung unterworfen, $1a + 1n = 108$ oder 92 gab.

Zwölfter Verſuch.

Um die relative Güte der durch das Waſſer gelie-

ferten Luft bei dieſen Verſuchen, und denen zu beſtimmen, die erzeugt wird, wenn man geſunde, friſche Vegetabilien im Waſſer der Wirkung der Sonnenſtrahlen ausſetzt, wie ſolches Dr. Ingenhouß gethan hat, ſo ſammelte ich eine kleine Quantität Luft von dem Stengel einer Erbſenpflanze, welcher vier geſunde Blätter trug, und der Sonne unter Waſſer ausgeſetzt worden war, und fand ſie weit ſchlechter, als die bei den Verſuchen mit Seide und den andern Subſtanzen, die ich probirt hatte, erzeugt worden war. Mit Salpeterluft geprüft, zeigte ſie 1 a + 2 a = 1,05 oder 193.

Eine ganze Hauswurzelpflanze (Sempervivum *tectorum* L.) von mittelmäßiger Größe, die in zwölf Unzen Waſſer ſieben Stunden lang der Wirkung der Sonnenſtrahlen zu einer Zeit ausgeſetzt wurde, wo die Witterung ausgezeichnet ſchön und ſehr heiß war, lieferte ungefähr $\frac{3}{4}$ Kubikzoll von einer Luft, die ſich um ſoviel ſchlechter, als die gemeine zeigte, daß ein Maaß derſelben, mit einem Maaße Salpeterluft gemiſcht, 1,36 Maaß einnahm; oder ſich wie 1 a + 1 a = 1,36 oder 64 verhielt.

Ich lege indeß auf dieſen Verſuch keinen beſonderen Werth, weil es mehr als wahrſcheinlich iſt, daß die Schlechtigkeit dieſer Luft von den Wurzeln der Pflanzen herkam. Denn ich habe ſeit dieſer Zeit von

den Blättern allein häufig Luft erhalten, welche beträchtlich beſſer, als gemeine Luft zu ſeyn ſchien.

Aus den Blättern eines Pfirſchenbaumes erhielt ich eine Luft, welche bei ihrer Prüfung mit Salpeterluft $1a + 2n = 1{,}32$ oder 168 gab; ich hielt es jedoch nicht für nothwendig, dieſe Verſuche ſo ſehr zu vervielfältigen, zumal da Dr. Ingenhouß und Hr. Senebier uns die Reſultate von ſo manchen der ihrigen über den nemlichen Gegenſtand gegeben haben, deren Genauigkeit hier gar nicht in Zweifel gezogen werden kann. Ich begnüge mich daher blos, auf die Reſultate ihrer Verſuche zu verweiſen.

In der Abſicht, mit gröſſerer Genauigkeit die Quantität und die Qualität der durch eine gegebene Quantität von Waſſer und Seide erzeugten Luft zu beſtimmen, wenn jene eine beſtimmte Zeit hindurch der Wirkung der Sonnenſtrahlen ausgeſetzt worden, machte ich den folgenden Verſuch.

Dreizehnter Verſuch.

Eine Kugel von feinem, weißen, hellen Glas ungefähr $8\frac{3}{10}$ Zoll im Durchmeſſer, und etwa 296 Kubikzoll haltend, wurde mit friſchem Quellwaſſer und dreißig Gran roher Seide gefüllt, und in meinem Fenſter drei Tage hindurch, nemlich den 13ten, 14den

und 15ten des verwichenen Maimonats (1786) aufgeſtellt, welche Tage aber größtentheils wolkig und kalt, nur mit kurzen Zwiſchenräumen von Sonnenſchein verſehen waren. Es wurden $9\frac{1}{2}$ Kubikzoll Luft hervorgebracht; ihre Qualität war $1\,a + 3\,n = 1{,}61$, oder 239.

15 Mai. Nachdem dieſe Luft entfernt, und ihr Platz durch friſches Waſſer erſetzt war, lieferte dieſe Kugel, die dieſen Tag über der Sonne von neun Uhr Vormittags bis fünf Uhr Nachmittags, bei ſehr ſchönem Wetter ausgeſetzt war, $8\frac{48}{100}$ Kubikzoll Luft, welche, bei der Prüfung mit Salpeterluft, $1\,a + 4\,n = 1{,}74$ oder 326 gab. Die Wärme des Waſſers in der Kugel während der Dauer des Verſuches war zwiſchen 70° bis 98° Fahrenh. Das Waſſer hatte nicht viel von ſeiner Durchſichtigkeit verloren, und eine leichte grünliche Farbe angenommen.

16 Mai. Nachdem die geſtern gelieferte Luft entfernt war, gab die Kugel heute, während ſechs Stunden Sonnenſchein, 9 Kubikzoll Luft, welche, bei einer Prüfung mit Salpeterluft, $1\,a + 4\,n = 1{,}44$ oder 356 gaben.

17 Mai. Die Kugel lieferte dieſen Tag, während viertehalb Stunden Sonnenſchein, ſechs Kubikzoll Luft, von einer ſehr vorzüglichen Qualität; denn

als ſie mit Salpetergas geprüft wurde, zeigte ſie $1a + 4n = 1{,}35$ oder 365 an.

18 Mai. Dieſer Tag war kalt und wolkig; nicht mehr als anderthalb Stunden Sonnenſchein. Die hervorgebrachte Luft betrug dreiviertel eines Kubikzolles; die Qualität $1a + 4n = 1{,}56$ oder 344.

19 Mai. Die Kugel ſchien jetzt gänzlich von Luft erſchöpft, da ſie nicht ſchien noch etwas dazu liefern zu wollen, obſchon ſie der Wirkung von ſehr hellem Sonnenſcheine ausgeſetzt wurde. Ich entfernte daher die Kugel von dem Fenſter, und ſetzte ſie an einen (deutſchen) Ofen, wo ſie von 10 Uhr Vormittags bis um fünf auf den Abend in einer Wärme von gegen 100° Fahrenh. erhalten wurde. Durch dieſes Mittel erhielt ich $\frac{1}{2}$ Kubikzoll von Luft, welche, mit Salpeterluft geprüft, $1a + 4n = 1{,}74$ oder 326 gaben.

Da ich weiter nicht im Stande war, von der Kugel noch mehr Luft zu erhalten, ſo beendigte ich hiermit den Verſuch.

Die Quantitäten und Qualitäten der, an dieſen verſchiedenen Tagen gelieferten Luftportionen waren folgende:

	Quantität	Qualität
Am 13ten, 14ten und 15ten Mai	9½ Kubikfuß.	1a + 3n = 1,61 oder 259
14ten Mai	8½ —	1a + 4n = 1,74 . . 326
15ten Mai	9 —	1a + 4n = 1,44 . . 356
16ten —	6 —	1a + 4n = 1,35 . . 365
17ten —	½ —	1a + 4n = 1,56 . . 344
18ten —	½ —	1a + 4n = 1,74 . . 326
19ten —	½ —	
Totalquantität	33½	Mittl. Qualit. 1a + 4n = 1,84 oder 316

Da bei dieſem Verſuche die Luft, die jeder Tag lieferte, zur Nachtzeit entfernt wurde, und man den, zuvor von ihr eingenommenen Platz mit friſchem Waſſer erfüllte, ſo war ich begierig, zu ſehen, was für eine Veränderung es in dem Reſultate des Verſuches hervorbringen würde, wenn ich, ſtatt dieſe Luft von Zeit zu Zeit zu entfernen, in der Kugel bis zu Ende des Verſuches ließ: zu dieſem Ende beſtimmte ich den

Vierzehnten Verſuch,

in welchem die mit friſchem Waſſer gefüllte, und mit der, im letzteren Verſuche angewandten Seide (die zuvor wohl gewaſchen worden war) wiederum verſehene Kugel vier Tage hindurch der Wirkung der Sonnenſtrahlen ausgeſetzt wurde, während ſich das Wetter beſonders ſchön, und ſehr heiß zeigte. Bei Herausnehmung der erzeugten Luft fand ich, daß ſie ſich auf $30\frac{1}{10}$ Kubikzoll belief; und ihre Qualität, mit Salpetergas geprüft, war $1\,a + 3\,n = 1{,}02$ oder 298.

Ich würde den Verſuch noch einige Tage fortgeſetzt haben, weil die Kugel nicht erſchöpft zu ſeyn ſchien; allein die in derſelben ſchon angeſammelte Quantität von Luft war ſo groß, daß es ſehr ſchwer wurde, ſie herauszunehmen, ohne Gefahr zu laufen, daß man einen Theil davon verliere, oder daß atmoſphäriſche Luft in die Kugel hineindringe, welches, es

möchte nun ein Fall eintreten, welcher wolle, hinterdrein dem Verſuche Schaden gethan haben würde. Um dieſer Sicherheit halben, und damit ich nicht durch einen Zufall noch alle die Mühſeligkeiten verloren haben möchte, die er mich ſchon gekoſtet hatte, beendigte ich den Verſuch ſchon nach Ablauf des vierten Tages.

Das Waſſer hatte von ſeiner Durchſichtigkeit verloren, und eine grünliche Farbe angenommen, wie beim letztern Verſuche; und bei beiden machte ich die Bemerkung, daß eine beträchtliche Quantität von weißgelblicher Erde aus dem Waſſer niedergeſchlagen werde, welche, da ſie auf den Boden der Kugel fiel, ſich ſo an das Glas anheftete, daß man ſie nur mit Mühe davon wegbringen konnte. Es wären dieſes allgemeine Erſcheinungen, die in allen Fällen in einem bald größeren bald geringeren Grade ſtatt fanden, wo eine beträchtliche Quantität von reiner Luft von dem Waſſer durch den Einfluß des Lichtes getrennt wurde.

Funfzehnter Verſuch.

Da die, bei dieſem letztern Verſuche gebrauchte Seide ſchon oft bei den vorhergehenden Verſuchen benutzt worden war, ſo wünſchte ich jetzt die Wirkung zu ſehen, wenn ich friſche Seide anwenden würde; und um auch das Verhältniß zwiſchen der Quantität der

Seide, der Menge des Waſſers, und der Größe der Kugel abzuändern, füllte ich Abends um ſechs Uhr, am dreizehnten Junius, eine kleine Kugel von ungefähr drei Zoll im Durchmeſſer, oder (um ihre Größe noch genauer zu beſtimmen), welche gerade zwanzig Kubikzoll hielt, mit friſchem Quellwaſſer, und 17 Gran roher Seide, die in einen einfachen Faden gedreht, aber niemals, ſeit ſie aus den Händen des Seidenhaſpelers gekommen, weder in Waſſer getaucht, noch auf andere Weiſe gebraucht worden war.

Nach Ende von vier Tagen, nemlich des vierzehnten, funfzehnten, ſechszehnten und ſiebenzehnten Junius, hatte dieſe Kugel nur $\frac{1}{4}$ Kubikzoll Luft geliefert, welche, mit Salpeterluft geprüft, $1\,a + 1\,n = 1{,}32$ oder 68 gab; folglich weit ſchlechter war, als gemeine Luft.

Am achtzehnten fieng ſie an, gute Luft zu erzeugen, und lieferte binnen ſechs Stunden Sonnenſchein $1\frac{3}{100}$ Kubikzoll, welche, mit Salpeterluft geprüft, $1\,a + 3\,n = 1{,}15$ oder 285 gaben.

Die beiden folgenden Tage, (nemlich den neunzehnten und zwanzigſten Junius,) lieferte ſie $1\frac{3}{100}$ Kubikzoll Luft, welche, mit Salpeterluft geprüft, $1\,a + 3\,n = 1{,}37$ oder 263 gaben; nach welcher Zeit ſie gänzlich aufhörte, Luft zu erzeugen, wiewohl ſie

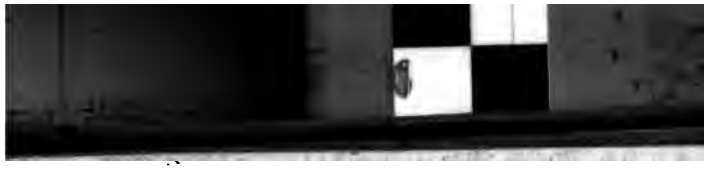
mehrere Tage lang den Sonnenſtralen ausgeſetzt wurde.

Die Totalquantität der hervorgebrachten Luft war $2\frac{97}{100}$ Kubikzoll; die mittlere Qualität $1a + 3a = 1{,}46$ oder 254.

Durch dieſen Verſuch zeigt ſich, daß die rohe Seide, wenn ſie zum erſtenmale gebraucht wird, das Waſſer nicht unmittelbar diſponirt, reine Luft zu geben; im Gegentheil, daß ſie die durch das Waſſer hervorgebrachte Luft in einem beträchtlichen Grade phlogiſtiſirt; und ich fand ſpäterhin, daß dieſes auch noch bei verſchiedenen andern Subſtanzen der Fall ſey.

Obſchon die Qualität (nach einer Mittelzahl angenommen) der, bei dieſem Verſuche gelieferten Luft nicht völlig ſo gut, als die war, welche die beiden zuletzt erwähnten Verſuche hervorgebracht hatten, (nemlich der dreizehnte und vierzehnte Verſuch,) ſo war doch ihre Quantität im Verhältniß zu der Quantität des gebrauchten Waſſers größer, als bei einem jedem dieſer beiden Verſuche: ſie belief ſich auf etwas höher noch, als ein Achtel des ganzen Volumens des Waſſers.

Unter allen Subſtanzen, deren ich mich bis jetzt bedient hatte, hatte mir die rohe Seide die größte



Menge von Luft geliefert; oder, um mich beſtimmter und paſſender auszudrücken, das Waſſer dahin gebracht, die größte Menge von Luft zu geben; es ſchien mir jedoch ſehr wahrſcheinlich, daß man noch einen andern Körper finden könnte, der dieſe Eigenſchaft in einem noch höheren Grade beſäße, wie die Seide. Indem ich dieſe Sache bei mir überlegte, fiel mir bei, den Verſuch mit der ſeiden- oder vielmehr baumwollenartigen Subſtanz zu verſuchen, die von einer gewiſſen Gattung von Pappelbäumen, (Populus *nigra* L.), gewonnen wird, hier zu Lande (in Baiern) ſehr gemein iſt, und, wie ich glaube, auch in England wächſt. Ich ſammelte dieſe zu unterſuchende Subſtanz ſchon einige Zeit zuvor, in einer andern Abſicht (nemlich zu verſuchen, ob ſie ſich nicht vortheilhaft ſtatt Eiderdunen brauchen laſſe), und da ich mir vornahm, ſie ſehr trocken zu machen, indem ich ſie auf einem porzellanenen Teller über einem, mit heißer Aſche gefüllten Kohlenbecken ausbreitete, zeigte ſich mir die Erſcheinung, daß einzelne Theilchen, als ſie einen gewiſſen Grad von Wärme erlangt hatten, den Teller freiwillig verließen, und an die Decke flogen.

Dieſes überzeugte mich damals, nicht nur von ihrer unendlichen Feinheit, ſondern auch von der ſtarken Attraktion, welche zwiſchen ihr und den Theilchen der Luft vorwaltet. Jetzt fiel mir bei, daß dieſe Eigenſchaften ſie nicht nur beſonders geſchickt machen

würden, als Subſtitut für Eiderdunen gebraucht werden zu können, weil ſie die Wärme einſchließen, ſondern daß es vor allen auch die nothwendigſten Eigenſchaften ſind, um die Stelle der Seide bei Erzeugung von Luft zu erſetzen, indem man ſie in Waſſer der Einwirkung der Sonnenſtrahlen unterwirft. Ich verlor deßwegen keine Zeit, den folgenden Verſuch anzuſtellen.

Sechzehnter Verſuch.

Die groſſe Kugel (welche 296 Kubikzoll hielt) wurde mit friſchem Quellwaſſer angefüllt, und 120 Gran Pappelſeide am neunten Junius Abends hineingethan. Sie wurde den folgenden Tag, am zehnten Junius, ohngefähr vier Stunden lang der Sonne ausgeſetzt, und am Morgen des elften die hervorgebrachte Luft entfernt, deren Quantität $1\frac{3}{4}$ Kubikzoll betrug. Ihre Qualität war ſehr gering, und $1a + 1n = 1{,}65$ oder blos um 35 beſſer, als gänzlich phlogiſtiſirte Luft (Stickſtoff).

Am elften, zwölften und dreizehnten wurde blos 1 Kubikzoll Luft hervorgebracht, und dieſe ſchien ſo ſchlecht, als irgend möglich, zu ſeyn; denn bei der Probe mit Salpeterluft gab ſie $1a + 1n = 2$, oder 0.

Am vierzehnten wurden blos einige wenige

ſtatt mit dem geſponnenen Glaſe der Sonne ausgeſetzt worden zu ſeyn, blos einige Zeit offen und ruhig an die Atmoſphäre geſtellt worden wäre.

Es gehet daraus hervor, daß dieſe von Natur im Quellwaſſer vorhandene Luft, ſtatt dephlogiſtiſirt zu ſeyn, etwas ſchlechter, als gemeine Luft iſt; und dieſes trifft auch mit den Beobachtungen des Dr. Prieſtley überein, und ſcheint ſeine Meinung zu beſtätigen, die er in Bezug auf die Urſache der Fruchtbarkeit der Länder geäuſſert hat, welche durch Waſſer abgewaſchen werden, die aus der Erde hervorquellen.

Wenn der obige Verſuch zeigt, daß etwas erfoderlich iſt, was mit dem Waſſer vermiſcht werden muß, um dieſes fähig zu machen, daß es reine Luft liefere, wenn es der Wirkung des Sonnenlichtes ausgeſetzt wird, ſo zeigt der nachfolgende, daß dieſes etwas, es mag ſeyn, was es will, häufig im Waſſer ſelbſt, in deſſen natürlichem Zuſtande angetroffen wird.

Siebenundzwanzigſter Verſuch.

Ein großer Krug von feinem weißen Glas, der 455 Kubikzoll enthielt, wurde ſehr rein gewaſchen, und mit friſchem Quellwaſſer angefüllt, hierauf in ein Glasgefäß mit dem nemlichen erfüllt, umgekehrt, und in die Mitte des Gartens des churfürſtlichen Palaſtes

ſer Zeit erhielt es ſeine Durchſichtigkeit vollkommen wieder, und war faſt ganz ungefärbt. Demungeachtet fuhr es jedoch fort, Luft in beträchtlichen Quantitäten zu liefern.

Am achtzehnten Junius verſchaffte mir die Kugel, nachdem ſie von früh acht Uhr bis zwei Nachmittags, (wo der Himmel mit Wolken überzogen wurde,) in der Sonne geſtanden hatte, $6\frac{27}{100}$ Kubikzoll Luft, welche mit Salpetergas geprüft wurden, und hier $1a + 4n = 1{,}44$ oder 356 gaben.

Der neunzehnte und zwanzigſte Junius. Dieſe beiden Tage über lieferte die Kugel nicht mehr als $3\frac{13}{100}$ Kubikzoll Luft, die, mit Salpetergas unterſucht, $1a + 3n = 1{,}06$ oder 294 ergaben. Nach dieſer Zeit hörte ſie völlig auf, Luft zu geben, und die Farbe des Waſſers veränderte ſich in ein dunkeles Gelb, auch nahm die Pappelwolle die nemliche Farbe an.

Folgendes ſind die Quantitäten und Qualitäten der verſchiedenen Luftportionen, welche im Verlaufe des Verſuches geliefert worden ſind.

oder ſechs Tage ſehr wenig Luft; und nicht eher als den vierzehnten Tag fieng es an, dergleichen in einer bedeutenden Menge zu entwickeln. Von dieſer Zeit an fuhr es fort, welche zu liefern, wiewohl ſehr ſchwach, bis es am zweiundzwanzigſten Tage, wo es aufhörte, gänzlich erſchöpft zu ſeyn ſchien.

Am achtundzwanzigſten Tage brachte ich die Luft aus den Gläſern heraus, wo ich ihre Quantitäten und Qualitäten, wie folgt, fand:

	Quantität.	Qualität.
Vom Quellwaſſer gelieferte Luft	14 Kubikzoll.	1a + 2n = 1,62 od. 188.
Vom Waſſer aus dem Teiche gelieferte Luft	31½ Kubikzoll.	1a + 3n = 1,48 od. 252.

Weder die Farbe vom Quellwaſſer noch die vom Teichwaſſer ſchien ſich merklich geändert zu haben; allein ſowohl das eine als das andere dieſer Waſſer hatte eine beträchtliche Quantität von Erde zu Boden geſetzt, welche man an der Oberfläche der gläſernen Becken hängen fand, in welchen die Krüge geſtanden hatten.

Da dieſe Becken beſonders tief, und ziemlich dick

ſer Zeit erhielt es ſeine Durchſichtigkeit vollkommen wieder, und war faſt ganz ungefärbt. Demungeachtet fuhr es jedoch fort, Luft in beträchtlichen Quantitäten zu liefern.

Am achtzehnten Junius verſchaffte mir die Kugel, nachdem ſie von früh acht Uhr bis zwei Nachmittags, (wo der Himmel mit Wolken überzogen wurde,) in der Sonne geſtanden hatte, $6\frac{27}{100}$ Kubikzoll Luft, welche mit Salpetergas geprüft wurden, und hier $1a + 4n = 1{,}44$ oder 356 gaben.

Der neunzehnte und zwanzigſte Junius. Dieſe beiden Tage über lieferte die Kugel nicht mehr als $3\frac{73}{100}$ Kubikzoll Luft, die, mit Salpetergas unterſucht, $1a + 3n = 1{,}06$ oder 294 ergaben. Nach dieſer Zeit hörte ſie völlig auf, Luft zu geben, und die Farbe des Waſſers veränderte ſich in ein dunkeles Gelb, auch nahm die Pappelwolle die nemliche Farbe an.

Folgendes ſind die Quantitäten und Qualitäten der verſchiedenen Luftportionen, welche im Verlaufe des Verſuches geliefert worden ſind.

	Quantität.		Qualität.		
Am 10 Junius.	$1\frac{3}{4}$	Kubikzoll.	1a + 1n =	1,65	oder 33.
11ten, 12ten, 13ten	1	——	1a + 1n =	2	oder 0.
14ten	0	——	——	——	
15ten	$10\frac{42}{100}$	——	1a + 3n =	1,43	oder 257.
16ten	$14\frac{34}{100}$	——	1a + 3n =	1,34	.. 266.
17ten	$7\frac{34}{100}$	——	1a + 4n =	1,40	.. 360.
18ten	$6\frac{27}{100}$	——	1a + 4n =	1,44	.. 356.
19ten und 20sten	$3\frac{13}{100}$	——	1a + 3n =	1,06	.. 294.
Totalquantität	$44\frac{1}{4}$	Mittl. Qual.	1a + 3n =	1,23	.. 277.

Dieſer Verſuch wurde wiederholt, und er zeigte faſt das nemliche Reſultat; denn die Totalquantität der hervorgebrachten Luft war $41\frac{2}{3}$ Kubikzoll, und ihre Qualität, nach einer Mittelzahl angenommen, $1a + 3a = 1{,}26$ oder 274.

Um die relative Feinheit dieſer Pappelwolle mit dem Faden roher Seide, ſo wie dieſer von dem Wurme war geſponnen worden, zu beſtimmen, damit ich eine Schätzung der Oberfläche der erſtern anſtellen könnte, unterſuchte ich beide zu der nemlichen Zeit unter einem vortrefflichen Mikroſkope, wo der Durchmeſſer der Pappelwolle, das heißt, eines einzelnen Fadens derſelben, nicht mehr als halb ſo dick, wie der Durchmeſſer der Seide zu ſeyn ſchien, folglich nicht mehr als $\frac{1}{3\,C\,43}$ Theil eines Zolles betrug; denn ich fand durch Verſuche, daß der Durchmeſſer eines ſeidenen Fadens, ſo wie er vom Wurme geſponnen wird, nur $\frac{1}{1\,5\,5\,4}$ eines Zolles beträgt.

Ich fand, daß die ſpezifiſche Schwere der Wolle beinahe der vom Waſſer gleich kam, folglich ſich zu der der Seide verhält, wie 1000 zu 1734; ihre Oberfläche ſteht daher zu der Oberfläche eines gleichen Gewichtes von roher Seide in einem zuſammengeſetzten Verhältniſſe von 2 zu 1, und von 1734 zu 1000, das heißt, wie 3468 zu 1000.

Jetzt aber, da ſich die Oberfläche von 30 Gran roher Seide auf 476 Quadratzoll beläuft, muß die Oberfläche von 30 Gran Pappelwolle auf 1651 Quadratzoll kommen, welches für jeden Gran 55 Quadratzoll Oberfläche giebt; folglich betrug die Oberfläche der beim letzten Verſuche (dem ſechzehnten) gebrauchten Baumwolle nicht weniger als 6600 Quadratzoll; (denn 120 Gran, welches das Gewicht der Baumwolle war, mit 55 multiplizirt, giebt 6600); in der That eine enorme Oberfläche für einen Körper, deſſen ſolider Inhalt nicht einen halben Kubikzoll betrug.

Hieraus ergiebt ſich augenſcheinlich, daß die Quantität der durch das Waſſer gelieferten Luft, bei den Verſuchen mit Pappelwolle und roher Seide, weder mit den Quantitäten dieſer Subſtanzen, deren ich mich bedient hatte, noch auch mit der Quantität ihrer Oberflächen im Verhältniſſe ſtand. Es ergiebt ſich gleichfalls aus den beiden letztern Verſuchen, daß diejenige Luft, welche zu Anfang des Verſuches geliefert worden, oder, wo das Waſſer der Wirkung der Sonnenſtrahlen zuerſt ausgeſetzt wurde, weder ſo gut, noch in ſo großer Menge erſchien, als nachher, in einem ſpäteren Zeitraume, und daß ſie nach einer gewiſſen Zeit gänzlich aufhörte, hervorgebracht zu werden.

Um mit größerer Genauigkeit, die Qualitäten der zu verſchiedenen Zeiten des Verſuches, oder vielmehr

in der Periode, wo das Waſſer anfieng, welche zu geben, gelieferten Luft zu beſtimmen, und zugleich auch die relativen Quantitäten und Qualitäten der, bei den Verſuchen mit roher Seide und Pappelwolle feſtzuſetzen, ſtellte ich nachfolgende Verſuche an.

Siebenzehnter Verſuch.

Eine Kugel von ungefähr 4½ Zoll im Durchmeſſer, die gerade 46 Kubikzoll hielt, wurde am Abend mit friſchem Quellwaſſer gefüllt, und hierauf dreißig Gran roher Seide hineingethan, welche man vorher durch und durch abgewaſchen hatte, um ſie von der anhängenden Luft und den Ueberbleibſeln der vorigen Verſuche zu befreien. Dieſe ſo zurecht gemachte Kugel ſtellte ich den Tag darauf in meinem Fenſter, bei kaltem und wolkigen Wetter, einem nicht größeren, als etwa eine Stunde dauernden Sonnenſcheine aus, und es erzeugte ſich ¼ eines Kubikzolles Luft, die, mit Salpeterluft einer Prüfung unterworfen, $1a + 2n = 1{,}14$ oder 296 gab.

Achtzehnter Verſuch.

Nachdem die Kugel wiederum mit friſchem Quellwaſſer angefüllt worden war, und ich dieſelbe Seide, die bei dem vorhergehenden Verſuche diente, wieder hineingethan hatte, lieferte ſie, nach Verlauf von zwei

Nächten und einem Tage von etwa vier Stunden Sonnenſchein, $1\frac{1}{2}$ Kubikzoll Luft, deren Qualität $1a + 2n = 1{,}13$ oder 197 betrug.

Die beiden folgenden Tage, wo das Wetter ſehr ſchön war, gab ſie $3\frac{8}{10}$ Kubikzoll Luft, welche, bei einer Probe mit Salpetergas, $1a + 4n = 1{,}58$ oder 342 anzeigte.

Neunzehnter Verſuch.

Nachdem die Kugel wiederum mit friſchem Waſſer und der nemlichen, wohl gewaſchenen Seide angefüllt, und zwei Tage hindurch der Sonne ausgeſetzt worden war, gab ſie $2\frac{2}{10}$ Kubikzoll Luft, welche, mit Salpeterluft geprüft, $1a + 3n = 1{,}67$ oder 283 gab.

Zwanzigſter Verſuch.

Eine ähnliche Kugel, mit friſchem Waſſer und einer gleichen Quantität von Pappelwolle angefüllt, wie zu den vorigen Verſuchen gedient hatte, und in derſelben Zeit (nemlich als der letztere Verſuch angeſtellt wurde,) ausgeſetzt, brachte $2\frac{13}{100}$ Kubikzoll Luft zum Vorſchein, deren Qualität ſich $1a + 3n = 1{,}20$ oder 280 zeigte.

Einundzwanzigſter Verſuch.

Eine kleine Kugel (von 29 Kubikzoll Gehalt) mit

17 Gran roher Seide, zur nemlichen Zeit ausgeſetzt, giebt einen Kubikzoll Luft, die ſich wie $1a + 3n = 1{,}37$ oder 263 zeigt.

Zweiundzwanzigſter Verſuch.

Eine große, 296 Kubikzoll haltende Kugel, wurde mit friſchem Waſſer und einer kleinen Quantität von der Conferva *rivularis* gefüllt, und hierauf zugleich mit den drei oben erwähnten Kugeln ausgeſetzt, wo ſie $1\frac{1}{2}$ Kubikzoll Luft gab, die, mit Salpetergas geprüft, ſich wie $1a + 2n = 1{,}76$ oder 124 verhielt.

Das Waſſer nahm bei dieſem Verſuche eine braune Farbe an, welche, wie es mir ſchien, der zu großen Hitze zuzuſchreiben war, welche die Conferve in der Sonne zu erleiden hatte.

Dieſe Verſuche wurden zwiſchen dem zweiten und fünften Julius (1786) angeſtellt.

Dreiundzwanzigſter Verſuch.

Ueber die geringe Menge dieſer Quantität, und die ſchlechte Qualität der, beim letzten Verſuche erzeugten Luft in Verwunderung geſetzt, wurde ich bewogen, denſelben zu wiederholen. Dieſem zufolge füllte ich die Kugel von neuem mit Waſſer und einer

Quantität von friſcher Conferva *rivularis* (wovon ich eine kleine Handvoll nahm), und nachdem dieſelbe der Wirkung der Sonnenſtrahlen, während drei ſchönen Tagen ausgeſetzt war, erſchienen $13\frac{3}{100}$ Kubikzoll Luft, die, mit Salpeterluft geprüft, $1a + 3n = 1{,}54$ oder 246 gaben.

Gegen das Ende des Verſuches ſchien das Waſſer ſehr ſchwach grünlich gefärbt.

Die zwei nachfolgenden Verſuche wurden am zwanzigſten und einundzwanzigſten Auguſt angeſtellt.

Vierundzwanzigſter Verſuch.

Eine Kugel von ungefähr $4\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer (deren Gehalt 46 Kubikzoll betrug), wurde mit friſchem Quellwaſſer und dreißig Gran roher Seide gefüllt, die bei mehreren der vorhergehenden Verſuche gebraucht worden war, und alsdann zwei Tage lang der Wirkung der Sonnenſtrahlen ausgeſetzt, die ſich zuſammengenommen auf acht Stunden beſchränkte, weil das Wetter größtentheils ſehr wolkig war. Es erzeugte ſich $1\frac{5}{100}$ Kubikzoll Luft, welche, mit nitröſem Gas einer Probe unterworfen, $1a + 3n = 1{,}96$ oder 204 auswies.

Fünfundzwanzigſter Verſuch.

Zur nemlichen Zeit brachte eine gleiche Kugel, die friſches Quellwaſſer und ungefähr funfzehn Gran Pappelwolle enthielt (die gleichfalls bei den vorhergehenden Verſuchen gebraucht worden war), $1\frac{2^a}{100}$ Kubikzoll Luft hervor, welche, mit Salpetergas geprüft, $1a + 3n = 1{,}40$ oder 260 gab.

Das Waſſer hatte bei beiden Verſuchen eine ſchwache grünliche Farbe angenommen; allein die Färbung des Waſſers, in welchem ſich die Baumwolle befand, war die dunkelſte.

Bei der Unterſuchung dieſes Waſſers, mittelſt eines Mikroſkopes, fand ich, daß es eine große Menge von Thierchen enthielt, die auſſerordentlich klein, und von einer faſt kugelrunden Geſtalt waren. Das Waſſer mit der Seide enthielt deren gleichfalls, und von der nemlichen Art, jedoch nicht in eben ſo großer Menge. Es mißglückte mir nie, ſie in jedem Falle vorzufinden, wo das bei einem Verſuche gebrauchte Waſſer eine grünliche Färbung angenommen hatte; und ich halte es für mehr als wahrſcheinlich, daß im erſten Augenblicke dieſe Farbe des Waſſers aus ihrer Gegenwart allein entſprang. Ich habe einen großen Theil meiner Zeit damit zugebracht, um ſie zu beobachten, und manche Verſuche über ihre Erzeugung

einzuſaugen und auszuarbeiten, unmittelbar ſterben würden.

Der Verſuch, welchen ich anſtellte, um dieſes auszumitteln, und welchen ich, ohne meine Erklärung, dem Urtheile des Leſers unterwerfe, war folgender:

Dreißigſter Verſuch.

Nachdem ich mir eine Quantität Waſſer verſchafft hatte, welches, da es mit einigen grünen Blättern der Sonne war ausgeſetzt geweſen, eine grünliche Farbe annahm, und welches, wie ich fand, geneigt war, in großer Menge dephlogiſtiſirte Luft zu geben, ſo füllte ich eine Kugel, welche ſechsundvierzig Kubikzoll hielt, mit dieſem Waſſer, und ſetzte dieſe Kugel, indem ich zwei geſunde Pfirſchenblätter hineinthat, am ſiebenten September der Sonne von 11 Uhr Vormittags bis 2 Nachmittags (drei Stunden) aus, wo $\frac{7}{10}$ eines Kubikzolles Luft hervorgebracht wurden, welche, mit Salpeterluft geprüft, $1a + 3n = 1{,}52$ oder 248 Grad gaben.

Eine ähnliche Kugel, mit friſchem Quellwaſſer und zwei Pfirſchenblättern, zur nemlichen Zeit ausgeſetzt, gab nur $\frac{1}{10}$ Kubikzoll Luft, welche, wegen der Kleinheit ihrer Menge, der Probe mit Salpetergas nicht unterworfen werden konnte.

um dieſe Maſſen von Waſſer zu ſchwängern, und ſie zu beſtimmen, daß ſie die große Menge von Luft hervorbrächten, welche ſie wirklich erzeugt hatten.

Noch ſchwerer war es, die Erſcheinung der reinen Luft zu erklären, welche bei den Verſuchen mit Wolle, Pelz und Menſchenhaaren hervorgebracht worden war; zumal, da bei einigen dieſer Verſuche das Waſſer nicht merklich ſeine Farbe verändert hatte, und durchaus nichts von ſeiner Durchſichtigkeit verloren zu haben ſchien. Es iſt wahr, in dieſen Fällen waren die Quantitäten der erzeugten Luft ſehr gering; doch war ihre Qualität beſſer, als die der gemeinen Luft, und beträchtlich beſſer, als die der gewöhnlich in dem Waſſer vorkommenden Luft, wenn es vorgängig der Wirkung der Sonnenſtrahlen ausgeſetzt geweſen war. Kurz, ſie war im Verſuche dephlogiſtiſirt worden; allein die Art, auf welche dieſes geſchah, iſt ſehr ſchwer auszumitteln.

In der Abſicht, einiges neues Licht über dieſen verwickelten Gegenſtand zu verbreiten, machte ich folgenden Verſuch.

Sechsundzwanzigſter Verſuch.

Ich ſchloß nemlich, daß, wenn Seide und andere im vorhergehenden Verſuche gebrauchte Körper, bei

dem Prozeß der Erzeugung von reiner, aus dem Waſſer hervorgebrachter Luft, gar nichts, als chemiſche Subſtanzen betrachtet, beitrügen; ſondern, wenn ſie im Gegentheile bloß als mechaniſche Hülfsmittel bei der Trennung der Luft von dem Waſſer wirkten, indem ſie der Luft nur eine bequeme Oberfläche darböten, um ſich ſelbſt daran zu hängen; ſo müßte in ſolchem Falle jeder andere Körper, welcher eine große Oberfläche beſäße, und die Luft im Waſſer anzöge, bei dem Verſuche ſtatt Seide gebraucht werden und gute Luft liefern können, wenn gleich der alſo gebrauchte Körper völlig unfähig wäre, irgend etwas dem Waſſer mitzutheilen.

Um dieſe Sache auszumachen, wuſch ich die große Kugel (welche 296 Kubikzoll hielt) völlig rein aus, und füllte ſie mit friſchem Quellwaſſer. Hierauf brachte ich in ſelbige eine Quantität von feinen, biegſamen Glasfäden, welche man gewöhnlich geſponnenes Glas nennt, wie man zu Bürſten, zur Reinigung der Edelſteine und zur Verfertigung einer Art von künſtlichen Federn braucht, die von Tabuletkrämern häufig verkauft werden. Dieſes geſponnene Glas iſt nichts weiter als gemeines Glas, welches, wenn es heiß und glühend iſt, in einen auſſerordentlich feinen Faden ausgezogen wird, welcher, als eine Folge ſeiner auſſerordentlichen Feinheit, ſeine Biegſamkeit, nachdem es kalt geworden iſt, noch behält.

Ich wählte dieſe Subſtanz, nicht blos wegen ihrer großen Oberfläche, ſondern auch wegen der ſtarken Anziehungskraft, die, wie man weiß, zwiſchen Glas und Luft ſtatt findet, und der Unmöglichkeit, daß es dem Waſſer etwas mittheilen könnte.

Das Reſultat des Verſuches war, daß, ſo wie die Kugel der Sonne ausgeſetzt wurde, faſt unmittelbar darauf Luftblaſen anfiengen ſich auf der Oberfläche des geſponnenen Glaſes zu zeigen, und binnen vier Stunden wurden $\frac{7}{100}$ eines Kubikzolles geſammelt, welche, mit Salpeterluft geprüft; $1\,a + 1\,n = 1{,}12$ oder 88 gaben; nach welcher Zeit auch nicht eine einzige Luftblaſe mehr zum Vorſchein kam, obſchon die Kugel eine ganze Woche lang im Fenſter ſtehen blieb, während welcher Zeit es mehrere ſehr warme, ſchöne Tage voll Sonnenſchein gab.

Dieſer Verſuch zeigt offenbar, daß zur Erzeugung von reiner Luft durch Waſſer, wenn es der Sonne ausgeſetzt wird, etwas mehr nöthig iſt, als eine bloße Oberfläche, an die ſich die im Waſſer aufgelöſte Luft anhängen kann, um ſodann zu entweichen.

Die in dieſem Verſuche erzeugte Luft war ohne Zweifel keine andere, als womit das Waſſer, indem es von der Erde aufſtieg, beladen geweſen war, und welche vom Waſſer gewichen ſeyn würde, wenn dieſes

ſtatt mit dem geſponnenen Glaſe der Sonne ausgeſetzt worden zu ſeyn, blos einige Zeit offen und ruhig an die Atmoſphäre geſtellt worden wäre.

Es gehet daraus hervor, daß dieſe von Natur im Quellwaſſer vorhandene Luft, ſtatt dephlogiſtiſirt zu ſeyn, etwas ſchlechter, als gemeine Luft iſt; und dieſes trifft auch mit den Beobachtungen des Dr. Prieſtley überein, und ſcheint ſeine Meinung zu beſtätigen, die er in Bezug auf die Urſache der Fruchtbarkeit der Länder geäuſſert hat, welche durch Waſſer abgewaſchen werden, die aus der Erde hervorquellen.

Wenn der obige Verſuch zeigt, daß etwas erfoderlich iſt, was mit dem Waſſer vermiſcht werden muß, um dieſes fähig zu machen, daß es reine Luft liefere, wenn es der Wirkung des Sonnenlichtes ausgeſetzt wird, ſo zeigt der nachfolgende, daß dieſes etwas, es mag ſeyn, was es will, häufig im Waſſer ſelbſt, in deſſen natürlichem Zuſtande angetroffen wird.

Siebenundzwanzigſter Verſuch.

Ein großer Krug von feinem weißen Glas, der 455 Kubikzoll enthielt, wurde ſehr rein gewaſchen, und mit friſchem Quellwaſſer angefüllt, hierauf in ein Glasgefäß mit dem nemlichen erfüllt, umgekehrt, und in die Mitte des Gartens des churfürſtlichen Palaſtes

zu München geſetzt, wo man ihn dem Wetter 28 Tage lang ausgeſetzt ſtehen ließ.

Zur nemlichen Zeit wurde ein ähnlicher Krug mit Waſſer angefüllt, das aus einem Teiche des Gartens genommen war, in welchem mancherlei Waſſerpflanzen wuchſen, und wurde die nemliche Zeit hindurch an denſelben Ort geſtellt. Dieſes Waſſer hatte eine ſchwache grünliche Färbung. Der Teich, woraus es genommen war, wird durch einen großen Fluß (die Iſer) ernährt, welcher an der Stadt wegfließt.

Den zweiten Tag, nachdem dieſe Wäſſer der Sonne ausgeſetzt geweſen waren, beobachtete ich, daß ſich eine kleine Quantität von Luft an der obern Seite eines jeden Glaſes angeſammelt hatte.

Den dritten, vierten und fünften Tag lieferte das Teichwaſſer Luft in ſchönen großen Quantitäten; und es gab ſie ohne Unterbrechung, ſo lange die Sonne darauf ſchien, bis den vierzehnten Tag, wo es faſt gänzlich erſchöpft war. Ich ſetzte indeſſen den Verſuch weiter fort, bis zum achtundzwanzigſten Tage, obgleich ſchon die letzten vierzehn Täge die Quantität von Luft in dem Glaſe nicht merklich vermehrt worden zu ſeyn ſchien.

Das Quellwaſſer lieferte während der erſten fünf

oder ſechs Tage ſehr wenig Luft; und nicht eher als den vierzehnten Tag fieng es an, dergleichen in einer bedeutenden Menge zu entwickeln. Von dieſer Zeit an fuhr es fort, welche zu liefern, wiewohl ſehr ſchwach, bis es am zweiundzwanzigſten Tage, wo es aufhörte, gänzlich erſchöpft zu ſeyn ſchien.

Am achtundzwanzigſten Tage brachte ich die Luft aus den Gläſern heraus, wo ich ihre Quantitäten und Qualitäten, wie folgt, fand:

	Quantität.	Qualität.
Vom Quellwaſſer gelieferte Luft	14 Kubikzoll.	$1a + 2n = 1{,}62$ od. 138.
Vom Waſſer aus dem Teiche gelieferte Luft	$31\frac{1}{2}$ Kubikzoll.	$1a + 3n = 1{,}48$ od. 252.

Weder die Farbe vom Quellwaſſer noch die vom Teichwaſſer ſchien ſich merklich geändert zu haben; allein ſowohl das eine als das andere dieſer Waſſer hatte eine beträchtliche Quantität von Erde zu Boden geſetzt, welche man an der Oberfläche der gläſernen Becken hängen fand, in welchen die Krüge geſtanden hatten.

Da dieſe Becken beſonders tief, und ziemlich dick

von Glaſe, folglich auch nicht ſehr durchſichtig waren, ſo war ihr Boden, wo ſich der Niederſchlag aus dem Waſſer angeſammelt hatte, gröſtentheils verdunkelt, oder der direkten Sonnenſtrahlen beraubt.

Da ich vermuthete, daß dieſer Umſtand einige Wirkung gehabt, und das Waſſer gehindert haben möge, ſo viele Luft zu liefern, als es im gegenſeitigen Falle gethan haben würde, ſo wiederholte ich den Verſuch, um mich von dieſer Sache zu überzeugen, indem ich den Apparat auf ſolche Weiſe vorrichtete, daß der Bodenſatz des Waſſers, welcher ſich an den Boden des Gefäßes, in das der Krug umgeſtülpt worden war, angehängt hatte, den Vortheil genoß, völlig erleuchtet zu werden.

Achtundzwanzigſter Verſuch.

In ein langes zylindriſches Glas, von ſehr großer Feinheit und Durchſichtigkeit, zehn Zoll im Durchmeſſer und zwölf Zoll Höhe, mit Quellwaſſer erfüllt, ſtülpte ich ein coniſches Glas, 9¾ Zoll am Boden im Durchmeſſer, und 344 Kubikzoll Gehalt, und mit dem nemlichen Waſſer angefüllt; dieſes ſetzte ich in einem gegen Mittag gelegenen Fenſter 21 Tage lang aus.

Die Quantität der hervorgebrachten Luft belief ſich auf vierzig Kubikzoll; und ihre Güte, mit

Salpeterluft geprüft, gab 1a + 3n = 1,87 oder 213.

Das Waſſer lieferte bei dieſem Verſuche ſehr wenig Luft, bis zum ſiebenten Tage; nach dieſer Zeit aber, wo es eine ſchwach grünliche Färbung angenommen hatte, und ſich ein feiner grüner Bodenſatz (die grüne Materie des Dr. Prieſtley) auf dem Boden des Gefäßes zu bilden anfieng, lieferte es auch Luft im Ueberfluſſe, und fuhr fort, ſie in großer Menge zu geben, bis etwa den achtzehnten Tag, wo es erſchöpft zu ſeyn ſchien.

Warum das Waſſer in dieſem Verſuche, und nicht im letztvorhergehenden grün wurde, weiß ich nicht; es ſey denn, daß es eine Folge der großen Oberfläche von Waſſer in dem zylindriſchen Glaſe war, welche der Luft in dieſem Verſuche ausgeſetzt wurde; oder eine Folge des direkt auf den Boden des Gefäßes, wo ſich der Bodenſatz bildete, fallenden Sonnenlichtes.

Bei dem vorigen Verſuche war das gläſerne Gefäß, in welches das Glas umgeſtülpt wurde, gerade groß genug, um dieſes aufzunehmen, und da das Glas zylindriſch war, war auch die Oberfläche des, der Atmoſphäre ausgeſetzten Waſſers im Boden ſehr klein. Da nun dieſes vollends ſehr dick, und von einer Sorte verfertigt war, welche, obgleich weiß, doch von niede-

rer Art, und ſehr unvollkommen durchſichtig war, wie ich ſchon bemerkte, ſo wurde der Boden dieſes Gefäßes, wo ſich das Sediment bildete, nur ſehr unvollkommen erleuchtet.

Da ich nie vollkommen durch die Erklärung befriedigt worden bin, welches der Urſprung der dephlogiſtiſirten Luft ſey, wenn man friſche Vegetabilien im Waſſer der Wirkung der Sonnenſtrahlen ausſetzt, ſo wurden meine Zweifel, in Bezug auf die allgemein unterhaltene Meinung, daß ſie in den Gefäßen der Blätter ausgearbeitet werde, durch das Reſultat dieſer Verſuche eher beſtätigt, als widerlegt; und wiewohl ich geneigt war, die ſchöne Theorie von der Luftreinigung durch das vegetabiliſche Reich anzunehmen, ſo hatte ich doch keine Luſt, einer Thatſache beizupflichten, die zu ihrer Unterſtützung vorgebracht war, bis ſie mir durch die allerentſcheidendſten Verſuche auſſer allen Zweifel geſetzt worden ſey.

Daß die friſchen Blätter gewiſſer Vegetabilien, wenn ſie der Wirkung der Sonnenſtrahlen im Waſſer ausgeſetzt werden, eine gewiſſe Menge von Luft zum Vorſchein bringen helfen, iſt eine Thatſache, welche auſſer allen Zweifel geſetzt worden iſt; allein es ſcheint mir nichts deſto weniger auf keine Art ſo klar bewieſen zu ſeyn, daß dieſe Luft „durch die Vegetationskräfte in der Pflanze ausgearbeitet" — „und daß die

„phlogiſtiſirte oder fixe Luft erſt eingeſogen, oder der „Pflanze als Futter eingetränkt, und die dephlogiſti„ſirte als ein Auswurf fortgeſtoßen werde.“ Denn, auſſer daß manche andere Subſtanzen, in welchen weder Ausarbeitung, noch Zirkulation möglicherweiſe angenommen werden kann, das Waſſer, in welchem ſie der Wirkung des Lichtes ausgeſetzt worden, beſtimmen, dephlogiſtiſirte Luft ſo gut als Pflanzen zu geben, und ſelbſt in größeren Quantitäten und vorzüglicherer Güte, ſo ſind auch die übrigen Umſtände der Blätter einer Pflanze, welche, gewohnt in der Luft zu wachſen, von ihrem Stamme jetzt getrennt ſind, ſo widernatürlich, daß ich nicht glauben kann, daß ſie die nemlichen Funktionen in ſo verſchiedenen Lagen noch vornehmen ſollten.

Unter mancherlei Thatſachen, welche, zur Unterſtützung der angenommenen Meinung von der Ausarbeitung der Luft in den Gefäßen der Pflanzen, bei den erwähnten Verſuchen vorgebracht worden ſind, iſt eine, auf welche man ein großes Gewicht gelegt hat, und die doch, meiner Meinung nach, eine genauere und fernere Unterſuchung verlangt.

Die friſchen, geſunden, von der Pflanze getrennten, und im Waſſer der Wirkung der Sonnenſtrahlen ausgeſetzten Blätter von Gewächſen ſcheinen nach allen Verſuchen, die bisher darüber angeſtellt worden

ſind, Luft nur eine kurze Zeit hindurch zu liefern; nach ein oder zwei Tagen verändern ſie ihre Farbe, und hören auf, Luft zu geben. Man hat geglaubt, daß dieſes daher komme, weil die Vegetationskraft nunmehr zerſtört, oder, mit andern Worten, die Pflanze geſtorben ſey; und hieraus hat man denn mit einem gewiſſen Grade von Scheinbarkeit gefolgert, nicht nur, daß die Blätter wirklich ihre Vegetationskräfte einige Zeit, nachdem ſie von ihrem Stocke ſchon getrennt ſind, noch erhielten, ſondern auch, daß es eine Folge der Ausübung dieſer Kräfte ſey, daß die in dem Verſuche erwähnte Luft zum Vorſchein komme.

Allein ich habe gefunden, daß, wenn gleich die im Waſſer der Wirkung des Sonnenlichtes ausgeſetzten Blätter wirklich aufhören, Luft nach einer gewiſſen Zeit zu liefern, ſie doch, nach einem kurzen Zwiſchenraume, dieſe Kraft wiedergewinnen, wo ſie dann mehr und beſſere Luft liefern, (oder vielmehr das Waſſer nöthigen, dieſes zu thun,) als anfangs, welches ſchwerlich auf Rechnung der Annahme geſetzt werden kann, daß die Luft in den Gefäßen der Pflanze ausgearbeitet werde.

Neunundzwanzigſter Verſuch.

Eine Kugel, welche 46 Kubikzoll hielt, wurde

mit friſchem Quellwaſſer gefüllt, und zwei Pfirſchenblätter hineingethan, hierauf aber zehn Tage hintereinander im Fenſter der Wirkung der Sonnenſtrahlen ausgeſetzt. Das Wetter war im Ganzen ſchön, und folgende Erſcheinungen giengen vor ſich:

Den erſten und zweiten Tag wurde eine gewiſſe Quantität von Luft hervorgebracht, ungefähr ſoviel, als bei vorigen Verſuchen ähnlicher Art. Den dritten Tag erſchien ſehr wenig, und den vierten gar nichts, da die Kugel allem Anſcheine nach völlig erſchöpft ſchien. Als ich jedoch den Verſuch bis zum fünften Tage fortſetzte, wo das Waſſer eine ſchwach grünliche Farbe annahm, ſo wurde wiederum in ziemlicher Menge Luft hervorgebracht, indem ſie ihre Erſcheinung auf der Oberfläche der Blätter in Form von Luftblaſen machte, ſo wie beim Anfange des Verſuches; nach Ende des ſechſten Tages wurde die Luft entfernt, und ich fand, daß ſie ſich auf $\frac{34}{100}$ eines Kubikzolles belief, wobei auch ihre Qualität auf 232 Grad kam, oder $1a + 3n = 1{,}68$.

Am folgenden Tage wurden $\frac{9}{10}$ eines Kubikzolles Luft, von 297 Grad, oder $1a + 3n = 1{,}03$, hervorgebracht; und

Während des achten, neunten und zehnten Tages

1¾ Kubikzoll Luft, von 307 Grad (oder 1 a + 4 n = 1,93), geliefert, nach welcher Zeit aber der Verſuch beendigt wurde.

Die Totalquantität der erzeugten Luft betrug $3\frac{100}{100}$ Kubikzoll; die mittlere Qualität 291 Grad, oder 1 a + 3 n = 1,09.

Da ich fand, daß Blätter, welche todt waren, oder bei welchen man alle Vegetationskräfte völlig zerſtört ſah, demungeachtet fortfuhren, Luft vom Waſſer zu trennen, und dieſes in ſo großer Menge, ſo war ich begierig, die Wirkung zu ſehen, was entſtehen würde, wenn man friſche, geſunde Blätter in einem Waſſer ausſetzte, welches, wie ich wußte, vorher mit dephlogiſtiſirter Luft geſättigt, und geneigt war, ſie zu liefern.

Ich ſah ein, daß, wenn die unter Waſſer ausgeſetzten Pflanzen wirklich fixe oder phlogiſtiſirte Luft, als Nahrung einſögen, und, nachdem ſie dieſelbe verdaut, „ſich der dephlogiſtiſirten Luft, wie einer Aus„ſcheidung entledigten," daß in ſolchem Falle, da kein Beiſpiel von irgend einer Pflanze oder einem Thiere bekannt iſt, welches fähig iſt, ſich mit ſeinem eigenen Auswurfe zu nähren, die unter mit dephlogiſtiſirter Luft geſättigten Waſſer ausgeſetzten Blätter, ſtatt ſie

einzuſaugen und auszuarbeiten, unmittelbar ſterben würden.

Der Verſuch, welchen ich anſtellte, um dieſes auszumitteln, und welchen ich, ohne meine Erklärung, dem Urtheile des Leſers unterwerfe, war folgender:

Dreißigſter Verſuch.

Nachdem ich mir eine Quantität Waſſer verſchafft hatte, welches, da es mit einigen grünen Blättern der Sonne war ausgeſetzt geweſen, eine grünliche Farbe annahm, und welches, wie ich fand, geneigt war, in großer Menge dephlogiſtiſirte Luft zu geben, ſo füllte ich eine Kugel, welche ſechsundvierzig Kubikzoll hielt, mit dieſem Waſſer, und ſetzte dieſe Kugel, indem ich zwei geſunde Pfirſchenblätter hineinthat, am ſiebenten September der Sonne von 11 Uhr Vormittags bis 2 Nachmittags (drei Stunden) aus, wo $\frac{7}{10}$ eines Kubikzolles Luft hervorgebracht wurden, welche, mit Salpeterluft geprüft, $1a + 3n = 1{,}52$ oder 248 Grad gaben.

Eine ähnliche Kugel, mit friſchem Quellwaſſer und zwei Pfirſchenblättern, zur nemlichen Zeit ausgeſetzt, gab nur $\frac{1}{10}$ Kubikzoll Luft, welche, wegen der Kleinheit ihrer Menge, der Probe mit Salpetergas nicht unterworfen werden konnte.

$\frac{1}{4}$ Kubikzoll Luft, von 307 Grad (oder 1a + 3n = 1,93), geliefert, nach welcher Zeit aber der Versuch beendigt wurde.

Die Totalquantität der erzeugten Luft $3\frac{1}{100}$ Kubikzoll; die mittlere Qualität 291 $\frac{0}{0}$ 1a + 3n = 1,09.

Da ich fand, daß Blätter, welche ren, oder bei welchen man alle Vegetation lig zerſtört ſah, demungeachtet fortfuhren Waſſer zu trennen, und dieſes in ſo gr ſo war ich begierig, die Wirkung zu ſehen ſtehen würde, wenn man friſche, geſund einem Waſſer ausſetzte, welches, wie id her mit dephlogiſtiſirter Luft geſättigt war, ſie zu liefern.

Ich ſah ein, daß, wenn die unter ſetzten Pflanzen wirklich fixe oder ph als Nahrung einſögen, und, nachdem daut, „ſich der dephlogiſtiſirten Luft, „ſcheidung entledigten," daß in ſolch Beiſpiel von irgend einer Pflanze o bekannt iſt, welches ſ[illegible] ſich Auswurfe zu nähren, [illegible] Luft [illegible] Wa[illegible]

Einunddreißigſter Verſuch.

Achter September. Sehr ſchönes, helles Wetter, doch viel zu kalt für dieſe Jahreszeit. Drei gleiche Kugeln, A, B und C, deren jede 46 Kubikzoll hielt, wurden auf nachfolgende Art gefüllt, und dem Sonnenſcheine, von neun Uhr des Morgens bis halb fünf des Nachmittags ausgeſetzt, wo ſie die unten erwähnte Luft hervorgebracht hatten.

Die Kugel A, mit einem Waſſer erfüllt, welches, da es vorher einige Tage lang in der Sonne, mit in dünne Scheiben geſchnittenen Kartoffeln geſtanden, und eine grüne Farbe angenommen hatte, lieferte $\frac{9}{10}$ eines Kubikzolles Luft, von 299 Grad oder 1 a + 3 n = 1,01.

NB. Dieſes Waſſer wurde, ehe ich es in die Kugel that, durch einen doppelten Filtrirſack von feinem Linnen geſeiht.

Die Kugel B, mit demſelben grünen Kartoffelwaſſer, (das, wie zuvor, durchgeſeiht war,) welchem vier Pfirſchenblätter von mittelmäßiger Größe zugegeben wurden, angefüllt, lieferte $2\frac{1}{2}$ Kubikzoll Luft, von 320 Graden oder 1 a + 4 n = 1,80.

Die Kugel C, mit friſchem Quellwaſſer

angefüllt, in welchem ſich vier Pfirſchenblätter befanden, lieferte $\frac{52}{100}$ eines Kubikzolles Luft, von 151 Graden, oder welche, mit Salpeterluft geprüft, $1a + 2n = 1{,}49$ gaben.

Um die Quantitäten und Qualitäten der, in den verſchiedenen, bei den in dieſen Verſuchen gebrauchten Wäſſern zurückbleibenden Luftarten zu beſtimmen, ſetzte ich die Kugeln, jede beſonders, über ein Kohlenbecken, und ſorgte, indem ich das Waſſer kochend machte, daß die Kugel in einer ſolchen ſchiefen Richtung gehalten wurde, daß die vom Waſſer getrennte Luft in den obern Theil der Kugel ſich anſammeln könnte, wo dann die hervorgebrachten Luftarten folgende waren.

	Quantität.	Qualität.
Vom grünen Waſſer in der Kugel A, $\frac{81}{100}$ eines Kubikzolles		280 Gr.
Vom grünen Waſſer in der Kugel B, $\frac{31}{100}$	—	241
Vom Quellwaſſer in der Kugel C, $\frac{11}{100}$	—	68

Man ließ die Wäſſer bei dieſem Verſuche nur einen Augenblick kochen, ſonſt möchte wahrſcheinlicher Weiſe mehr Luft von ihnen abgeſondert worden ſeyn.

Da ich fand, daß friſche, den Sonnenſtrahlen ausgeſetzte Blätter, in einem Waſſer, welches ſchon grün geworden war, daſſelbe beſtimmten, reine Luft in ſo großem Ueberfluſſe abzuſondern, ſo wiederholte ich den Verſuch — nur, daß ich, ſtatt der Blätter, jetzt eine kleine Quantität von der Conferva *rivularis* anwandte; und ich hatte faſt das nemliche Reſultat, wie bei den Blättern.

Um die relativen Mengen und Qualitäten der, durch das grüne Waſſer gelieferten Luftarten zu beſtimmen, wenn daſſelbe theils mit roher Seide, theils mit friſchen Blättern ausgeſetzt wurde; und um auch zu gleicher Zeit zu beſtimmen, wie lange Blätter, in grünlichem Waſſer ausgeſetzt, ihre Kraft behalten, Luft von demſelben abzuſondern, machte ich den

Zweiunddreißigſten Verſuch.

Von zwei gleichen Kugeln A und B (deren jede 46 Kubikzoll hielt), wurde die erſtere (A) mit grünem Kartoffelwaſſer, das durch Linnen geſeiht war, und vier Pfirſchenblättern, — die andere, (B) mit dem nemlichen grünen, auf gleiche Weiſe durchgeſeihten Kartoffelwaſſer, und ſiebenzehn Gran roher Seide angefüllt, und beide vom Sonntag Mittag bis Montag Abend (zehnten und elften September) ausgeſetzt;

das Wetter war kalt mit manchen vorüberziehenden Wolken, und in allem ſchien die Sonne nur etwa ſechs oder ſieben Stunden.

Die erzeugte Luft war folgende.

	Qualität.
In der Kugel A, mit grünem Waſſer und 4 Pfirſchblättern, Quantität $2\frac{7}{10}$ Kubikzoll.	292 Grad.
In der Kugel B, mit grünem Waſſer und 17 Gran roher Seide, Quantität $2\frac{7}{10}$ Kubikzoll.	307

Eine dritte, mit grünem Waſſer allein angefüllte Kugel, wurde zur nemlichen Zeit ausgeſetzt; allein ſie zerbrach durch einen Zufall, ehe der Verſuch vollendet war.

Die zwei Kugeln (A und B) wurden mit dem, was ſich in ihnen befand, wiederum vom Dienſtag bis Donnerſtag ausgeſetzt, und ſie lieferten Luft wie folgt.

	Qualität.
Die Kugel A, mit Pfirſchblättern, Quantität $4\frac{7}{10}$ Kubikzoll.	344 Grad.

	Qualität.
Die Kugel B, mit roher Seide, Quantität $4\frac{3}{16}$ Kubikzoll.	350 Grad.

NB. Das Wetter war den Dienſtag und Mittwoch über kalt, mit ſehr wenigem Sonnenſchein; allein den Donnerſtag war ein ſehr ſchöner, warmer Tag, wo auch der gröſßte Theil von Luft hervorgebracht wurde. Dieſe Luft wurde herausgenommen, und Freitag Morgens, den funfzehnten September, probirt.

Vielleicht möchten alle oben beſchriebenen Erſcheinungen befriedigend erklärt werden können, wenn man annähme, daß die bei den verſchiedenen Verſuchen erzeugte Luft in der Waſſermaſſe durch die grüne Materie erzeugt worden ſey, und daß die Blätter, Seide u. ſ. w. nichts weiter dazu beigetragen haben, als ihr entweichen zu helfen, indem ſie eine paſſende Oberfläche darboten, an welche ſie ſich anheften konnte, damit ſie alsdann ſich zu ſammeln, und eine elaſtiſche Form anzunehmen im Stande wäre.

Die Erſcheinungen können gleichfalls auch erklärt werden, wenn man, nach der Hypotheſe des Dr. Prieſtley, die grüne Materie als eine vegetabiliſche Subſtanz annimmt, und glaubt daß ſie, indem ſie ſich an die im Waſſer befindlichen Körper anheftet,

eben ſo, wie eine an ihrem Boden befeſtigte Pflanze wachſe; daß folglich die im Verſuche gelieferte Luft, als eine Aeuſſerung ihrer Lebenskräfte hervorgebracht werde.

Ich würde dieſe Meinung gern angenommen haben, hätte mich nicht eine ſehr ſorgfältige und aufmerkſame Unterſuchung des grünen Waſſers, unter einem ſehr vortrefflichen Mikroſkope, zu einer Zeit, wo es am meiſten disponirt ſchien, reine Luft in großer Menge zu liefern, überzeugt, daß es in dieſer Periode nichts enthalte, was man möglicher Weiſe für vegetabiliſcher Natur halten könne. Die färbende Materie des Waſſers iſt augenſcheinlich animaliſcher Natur, indem ſie nichts mehr ſcheint, als eine Verſammlung von einer unendlichen Anzahl ſehr kleiner, lebhafter, eiförmiger Thierchen, ohne irgend etwas einer Tremella oder der Art von grüner Materie oder Waſſermoos ähnliches, welches an dem Boden oder den Seiten eines Gefäßes wächſt, worinne man Waſſer eine beträchtliche Zeit lang ſtehen läßt, und in welche, wie Dr. Ingenhouß glaubt, die oben erwähnten Thierchen wirklich verwandelt werden.

Da ich jedoch die Erzählung meiner Verſuche beendigt habe, ſo will ich auch dieſe Abhandlung ſchließen, indem ich mir nicht erlaube, Schlüſſe über einen

ſind, Luft nur eine kurze Zeit hindurch zu liefern; nach ein oder zwei Tagen verändern ſie ihre Farbe, und hören auf, Luft zu geben. Man hat geglaubt, daß dieſes daher komme, weil die Vegetationskraft nunmehr zerſtört, oder, mit andern Worten, die Pflanze geſtorben ſey; und hieraus hat man denn mit einem gewiſſen Grade von Scheinbarkeit gefolgert, nicht nur, daß die Blätter wirklich ihre Vegetationskräfte einige Zeit, nachdem ſie von ihrem Stocke ſchon getrennt ſind, noch erhielten, ſondern auch, daß es eine Folge der Ausübung dieſer Kräfte ſey, daß die in dem Verſuche erwähnte Luft zum Vorſchein komme.

Allein ich habe gefunden, daß, wenn gleich die im Waſſer der Wirkung des Sonnenlichtes ausgeſetzten Blätter wirklich aufhören, Luft nach einer gewiſſen Zeit zu liefern, ſie doch, nach einem kurzen Zwiſchenraume, dieſe Kraft wiedergewinnen, wo ſie dann mehr und beſſere Luft liefern, (oder vielmehr das Waſſer nöthigen, dieſes zu thun,) als anfangs, welches ſchwerlich auf Rechnung der Annahme geſetzt werden kann, daß die Luft in den Gefäßen der Pflanze ausgearbeitet werde.

Neunundzwanzigſter Verſuch.

Eine Kugel, welche 46 Kubikzoll hielt, wurde

mit friſchem Quellwaſſer gefüllt, und zwei Pfirſchenblätter hineingethan, hierauf aber zehn Tage hintereinander im Fenſter der Wirkung der Sonnenſtrahlen ausgeſetzt. Das Wetter war im Ganzen ſchön, und folgende Erſcheinungen giengen vor ſich:

Den erſten und zweiten Tag wurde eine gewiſſe Quantität von Luft hervorgebracht, ungefähr ſoviel, als bei vorigen Verſuchen ähnlicher Art. Den dritten Tag erſchien ſehr wenig, und den vierten gar nichts, da die Kugel allem Anſcheine nach völlig erſchöpft ſchien. Als ich jedoch den Verſuch bis zum fünften Tage fortſetzte, wo das Waſſer eine ſchwach grünliche Farbe annahm, ſo wurde wiederum in ziemlicher Menge Luft hervorgebracht, indem ſie ihre Erſcheinung auf der Oberfläche der Blätter in Form von Luftblaſen machte, ſo wie beim Anfange des Verſuches; nach Ende des ſechſten Tages wurde die Luft entfernt, und ich fand, daß ſie ſich auf $\frac{34}{100}$ eines Kubikzolles belief, wobei auch ihre Qualität auf 232 Grad kam, oder $1a + 3n = 1{,}68$.

Am folgenden Tage wurden $\frac{9}{10}$ eines Kubikzolles Luft, von 297 Grad, oder $1a + 3n = 1{,}03$, hervorgebracht; und

Während des achten, neunten und zehnten Tages

1¾ Kubikzoll Luft, von 307 Grad (oder 1 a + 4 n = 1,93), geliefert, nach welcher Zeit aber der Verſuch beendigt wurde.

Die Totalquantität der erzeugten Luft betrug $3\frac{170}{100}$ Kubikzoll; die mittlere Qualität 291 Grad, oder 1 a + 3 n = 1,09.

Da ich fand, daß Blätter, welche todt waren, oder bei welchen man alle Vegetationskräfte völlig zerſtört ſah, demungeachtet fortfuhren, Luft vom Waſſer zu trennen, und dieſes in ſo großer Menge, ſo war ich begierig, die Wirkung zu ſehen, was entſtehen würde, wenn man friſche, geſunde Blätter in einem Waſſer ausſetzte, welches, wie ich wußte, vorher mit dephlogiſtiſirter Luft geſättigt, und geneigt war, ſie zu liefern.

Ich ſah ein, daß, wenn die unter Waſſer ausgeſetzten Pflanzen wirklich fixe oder phlogiſtiſirte Luft, als Nahrung einſögen, und, nachdem ſie dieſelbe verdaut, „ſich der dephlogiſtiſirten Luft, wie einer Aus„ſcheidung entledigten," daß in ſolchem Falle, da kein Beiſpiel von irgend einer Pflanze oder einem Thiere bekannt iſt, welches fähig iſt, ſich mit ſeinem eigenen Auswurfe zu nähren, die unter mit dephlogiſtiſirter Luft geſättigten Waſſer ausgeſetzten Blätter, ſtatt ſie

einzuſaugen und auszuarbeiten, unmittelbar ſterben würden.

Der Verſuch, welchen ich anſtellte, um dieſes auszumitteln, und welchen ich, ohne meine Erklärung, dem Urtheile des Leſers unterwerfe, war folgender:

Dreißigſter Verſuch.

Nachdem ich mir eine Quantität Waſſer verſchafft hatte, welches, da es mit einigen grünen Blättern der Sonne war ausgeſetzt geweſen, eine grünliche Farbe annahm, und welches, wie ich fand, geneigt war, in großer Menge dephlogiſtiſirte Luft zu geben, ſo füllte ich eine Kugel, welche ſechsundvierzig Kubikzoll hielt, mit dieſem Waſſer, und ſetzte dieſe Kugel, indem ich zwei geſunde Pfirſchenblätter hineinthat, am ſiebenten September der Sonne von 11 Uhr Vormittags bis 2 Nachmittags (drei Stunden) aus, wo $\frac{7}{10}$ eines Kubikzolles Luft hervorgebracht wurden, welche, mit Salpeterluft geprüft, $1a + 3n = 1{,}52$ oder 248 Grad gaben.

Eine ähnliche Kugel, mit friſchem Quellwaſſer und zwei Pfirſchenblättern, zur nemlichen Zeit ausgeſetzt, gab nur $\frac{1}{10}$ Kubikzoll Luft, welche, wegen der Kleinheit ihrer Menge, der Probe mit Salpetergas nicht unterworfen werden konnte.

Einunddreißigſter Verſuch.

Achter September. Sehr ſchönes, helles Wetter, doch viel zu kalt für dieſe Jahreszeit. Drei gleiche Kugeln, A, B und C, deren jede 46 Kubikzoll hielt, wurden auf nachfolgende Art gefüllt, und dem Sonnenſcheine, von neun Uhr des Morgens bis halb fünf des Nachmittags ausgeſetzt, wo ſie die unten erwähnte Luft hervorgebracht hatten.

Die Kugel A, mit einem Waſſer erfüllt, welches, da es vorher einige Tage lang in der Sonne, mit in dünne Scheiben geſchnittenen Kartoffeln geſtanden, und eine grüne Farbe angenommen hatte, lieferte $\frac{2}{10}$ eines Kubikzolles Luft, von 299 Grad oder $1a + 3n = 1{,}01$.

NB. Dieſes Waſſer wurde, ehe ich es in die Kugel that, durch einen doppelten Filtrirſack von feinem Linnen geſeiht.

Die Kugel B, mit demſelben grünen Kartoffelwaſſer, (das, wie zuvor, durchgeſeiht war,) welchem vier Pfirſchenblätter von mittelmäßiger Größe zugegeben wurden, angefüllt, lieferte $2\frac{1}{2}$ Kubikzoll Luft, von 320 Graden oder $1a + 4n = 1{,}80$.

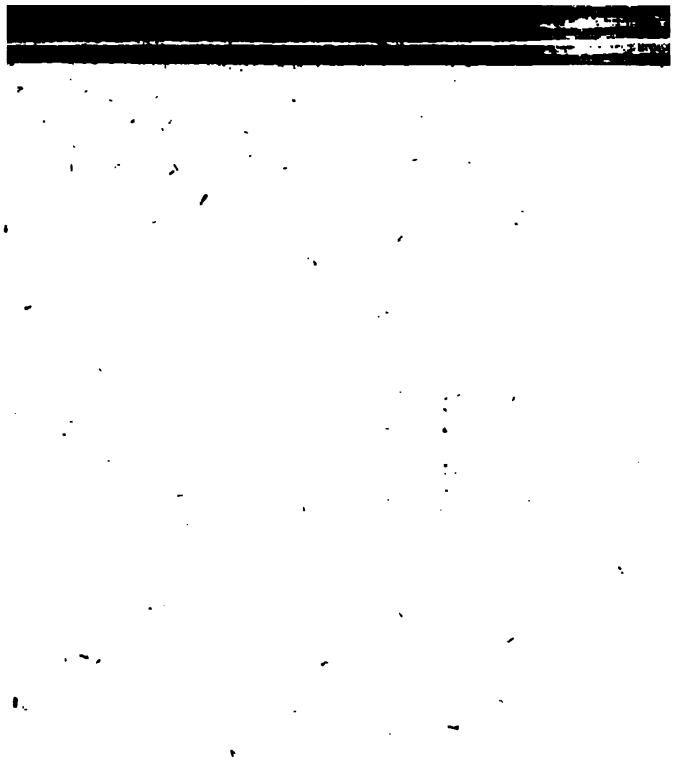
Die Kugel C, mit friſchem Quellwaſſer

angefüllt, in welchem ſich vier Pfirſchenblätter befanden, lieferte $\frac{52}{100}$ eines Kubikzolles Luft, von 151 Graden, oder welche, mit Salpeterluft geprüft, $1a + 2n = 1{,}49$ gaben.

Um die Quantitäten und Qualitäten der, in den verſchiedenen, bei den in dieſen Verſuchen gebrauchten Wäſſern zurückbleibenden Luftarten zu beſtimmen, ſetzte ich die Kugeln, jede beſonders, über ein Kohlenbecken, und ſorgte, indem ich das Waſſer kochend machte, daß die Kugel in einer ſolchen ſchiefen Richtung gehalten wurde, daß die vom Waſſer getrennte Luft in den obern Theil der Kugel ſich anſammeln könnte, wo dann die hervorgebrachten Luftarten folgende waren.

	Quantität.	Qualität.
Vom grünen Waſſer in der Kugel A, $\frac{85}{100}$ eines Kubikzolles		280 Gr.
Vom grünen Waſſer in der Kugel B, $\frac{37}{100}$	—	241
Vom Quellwaſſer in der Kugel C, $\frac{11}{100}$	—	68

Man ließ die Wäſſer bei dieſem Verſuche nur einen Augenblick kochen, ſonſt möchte wahrſcheinlicher Weiſe mehr Luft von ihnen abgeſondert worden ſeyn.



Verſuche
über die
relativen Intenſitäten
des Lichtes
was von leuchtenden Körpern ausgeſtrahlt wird.

(Vorgeleſen in der königlichen Sozietät am 6 Febr. 1794.)

Da ich mit Anſtellung einer Reihe von Verſuchen beſchäftigt war, um, wo möglich, die ſparſamſte Methode ausfindig zu machen, wie ein großes Arbeitshaus oder eine öffentliche Manufakturanſtalt erleuchtet werden könnte, welche unter meiner Direktion in der Vorſtadt von München errichtet worden iſt, ſo fiel mir eine Verfahrungsart ein, um die relativen Quantitäten von Licht, was von Lampen verſchiedener Art,

Lichtern u. dergl. ausgeſtrahlt wird, zu meſſen, eine Methode, die ſehr einfach, und, wie ich Urſache zu glauben habe, ſehr accurat iſt.

Man laſſe die beiden brennenden Lichter, Lampen, oder andere Erleuchtungsmaſchinen, die man vergleichen möchte, A und B, in gleichen Höhen, auf zwei Tiſche, oder bewegliche Standörter in einem finſtern Zimmer geſtellt ſeyn; hierauf breite man einen Bogen von reinem weißen Papier gleichförmig aus, und befeſtige ihn an der Bekleidung oder der Wand des Zimmers in derſelben Höhe vom Boden, als ſich die Flamme der Lichter befindet, und ſetze alsdann die Lichter dieſem Bogen Papier in einer Entfernung von ſechs bis acht Fuß gegenüber, und auch zu gleicher Zeit in derſelben Entfernung von einander, ſo, daß eine von dem Mittelpunkte dieſes Papieres ſenkrecht auf deſſen Oberfläche gezogene Linie die Winkel, welche von den Lichtern nach jenem Mittelpunkte gezogen worden, gerade ſchneide, oder in zwei gleiche Theile theile; in dieſem Falle wird ſich das eine Licht, wenn man den Bogen Papier wie einen Planſpiegel betrachtet, genau in der Reflexionslinie mit dem andern befinden.

Man kann dieſe Vorrichtung leicht bewerkſtelligen, wenn man wirklich ein Stück Spiegel, von ſechs bis acht Zoll im Quadrat, flach auf das Papier in deſſen

Mittelpunkt auflegt, und mittelſt deſſelben die wirklichen Reflexionslinien der Lichter von dieſer Fläche mißt, wo man dann den Spiegel, ſobald die Lichter an ihren richtigen Plätzen ſtehen, nachher entfernen kann.

Sobald dieſes geſchehen iſt, muß man einen kleinen Zylinder von Holz, etwa $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmeſſer und ſechs Zoll lang, in einer vertikalen Richtung, ungefähr zwei oder drei Zoll vor den Mittelpunkt des Bogens Papier halten, und zwar ſo, daß die beiden Schatten des Zylinders, die den beiden Lichtern correſpondiren, genau auf dem Papiere unterſchieden werden können.

Findet man, daß dieſe beiden Schatten von ungleichen Dichtigkeiten ſind, wie ſolches faſt jedesmal der Fall ſeyn wird, dann muß dasjenige Licht, deſſen correſpondirender Schatten der dichteſte iſt, weiter entfernt, oder das andere näher zu dem Papiere gebracht werden, ſo lange, bis die Schatten völlig gleich erſcheinen; oder, mit andern Worten, bis die Dichtigkeiten der Strahlen jener zwei Lichter auf der Oberfläche des Papieres gleich ſind; wo alsdann, wenn man die Entfernungen der Lichter von dem Mittelpunkte des Papieres mißt, die Quadrate dieſer Entfernungen ſich zu einander verhalten werden, wie die wirklichen Intenſitäten dieſer Lichter zu ihren Quellen.

Wenn, zum Beiſpiel, das ſchwächere Licht in der Entfernung von vier Fuß, von dem Mittelpunkte des Papieres ſtehen bleibt, ſo wird man für nothwendig finden, damit die Schatten von gleicher Dichtigkeit bleiben, das ſtärkere Licht bis auf acht Fuß von dieſem Papiere zu entfernen, und es verhält ſich in ſolchem Falle die wirkliche Intenſität des ſtarken Lichtes zu der des ſchwachen, wie 8^2 zu 4^2; oder wie 64 zu 16; oder wie 4 zu 1; und ſo für jede andere Entfernung.

Es iſt bekannt, daß, wenn irgend eine Qualität in gerader Linie von einem Zentrum nach jeder beliebigen Richtung hin geht, wie zum Beiſpiel das Licht, welches von einem leuchtenden Körper ausgeſtrahlt wird, ſich deſſen Intenſität in einer gegebenen Entfernung von dieſem Mittelpunkte nothwendigerweiſe wie das Quadrat dieſer Entfernung im umgekehrten Verhältniſſe verhalten müſſe; und es ergiebt ſich hieraus, daß die Intenſitäten unſerer beiden Lichter ſich an ihrer Quelle zu einander verhalten müſſen, wie die Quadrate ihrer Entfernungen von dem gegebenen Punkte an, wo man ihre ſich vereinigenden Strahlen von gleicher Dichtigkeit findet. Denn ſetzt man x = der Intenſität oder Stärke des Lichtes A, und y = der Intenſität von B; und läßt P den Punkt vorſtellen, wo die von A und B ſich begegnenden Strahlen von gleicher Dichtigkeit oder Stärke getroffen

werden, läßt endlich aber die Entfernung zwiſchen A und P = m, und die Entfernung von B zu dem nemlichen Punkt P = n ſeyn; ſo wird, da die Intenſität des Lichtes A bei P = $\frac{x}{m^2}$, und die Intenſität des Lichtes B an der nemlichen Stelle = $\frac{y}{n^2}$ iſt; da aber $\frac{x}{m^2} = \frac{y}{n^2}$, ſo wird nach dieſer Vorausſetzung $x : y :: m^2 : n^2$ ſeyn.

Daß, da die Schatten an einer gegebenen Stelle von gleicher Dichtigkeit ſind, die Intenſitäten der erleuchtenden Schatten ebenfalls, nothwendiger Weiſe, an dieſen Punkten einander gleich ſeyn müſſen, iſt daraus klar, weil, da die völlige Abweſenheit von Licht vollkommne Schwärze vorſtellt, und der, einem dieſer Lichter correſpondirende Schatten tiefer oder dunkler iſt, je nachdem er von andern mehr oder minder erleuchtet worden, auch, wenn die Schatten gleich ſind, die Intenſitäten der erleuchteten Strahlen es gleichfalls ſeyn müſſen.

Wenn man die Lichter entfernt, um die Schatten zu der nemlichen Dichtigkeit zu bringen, ſo muß man ſorgfältig darauf acht haben, daß man das Licht dem Zentrum des Papieres in einer geraden Linie nähert, oder von demſelben entfernt, ſo daß das eine Licht beſtändig im Re-

flexionspunkte vom andern bleibt; denn ſonſt machen die Strahlen, wenn ſie von verſchiedenen Lichtern, auf das Papier, und folglich auf die Schatten in verſchiedenen Winkeln fallen, den Verſuch trüglich.

Wenn man die Intenſität des einen ſtarken Lichtes mit den Intenſitäten einiger ſchwächern Lichter die zuſammen genommen werden, vergleicht, ſo muß man dieſe ſchwächern Lichter in eine Linie ſtellen, die auf eine andere Linie, nach dem Mittelpunkte des Papiers gezogen, ſenkrecht fällt, und auſſerdem ſo nahe als möglich an einander; gleichergeſtalt iſt es nothwendig, ſie in eine größere Entfernung von dem Papiere zu ſtellen, als wenn man bloß einfache Lichter vergleicht.

In allen Fällen iſt es aber durchaus nöthig, die größte Sorgfalt anzuwenden, daß die zu vergleichenden Lichter rein geputzt ſeyen, und in gleichem Grade hell brennen, denn ſonſt werden die Reſultate der Verſuche außerordentlich unregelmäßig, und erlauben keine Schlüſſe. Es iſt erſtaunlich, was für ein Unterſchied in den Quantitäten von Licht ſtatt findet, die von einerlei Kerze ausgeſtrahlt werden, wenn ſie mit dem größten Glanze brennt, und wenn ſie dunkel geworden iſt, weil man ſie nicht geputzt hat. Da jedoch dieſe Lichtverminderung progreſſiv iſt, und ſich das Auge unmerkbar an die wirklich vorhandene Lichtquantität gewöhnt, ſo denken die Umherſtehenden nicht immer hier-

an. — Nichts deſto weniger iſt es jedoch in der That ſehr anſehnlich, wie jeder finden wird, welcher die Mühe über ſich nehmen will, den Verſuch anzuſtellen; und dieſes Steigen und Fallen in der Quantität von Licht, welches leuchtende Körper, Lampen oder Kerzen u. ſ. w. ausſtrahlen, iſt in allen Fällen, ſelbſt unter den allergünſtigſten Umſtänden, ſo groß, daß es die Quelle der größten Schwierigkeiten geworden iſt, die ich bei der Beſtimmung der relativen Intenſitäten von Lichtern, nach der angegebenen Methode, zu bekämpfen hatte.

Seit mir dieſe Verfahrungsart, das Licht zu meſſen, zuerſt einfiel, habe ich mancherlei Verbeſſerungen bei dem dazu gehörigen Apparate angebracht, und jetzt iſt das Hauptinſtrument zu einem ſolchen Grade von Vollkommenheit gediehen, daß ich es, ohne dem Vorwurf der Affektation ausgeſetzt zu ſeyn, mit dem Namen eines Photometers belegen, und dieſer Benennung für würdig halten möchte. Ich habe ebenfalls auch eine große Anzahl von Verſuchen in der Abſicht angeſtellt, um die relativen Quantitäten von Licht, das durch Lampen- und Kerzenlicht aller Art hervorgebracht wird, und die relativen Ausgaben zu beſtimmen, die erfodert werden, um Gemächer auf verſchiedene Weiſe zu erleuchten. Ehe ich jedoch dazu ſchreite, Nachricht von ihnen zu geben, wird es nothwendig ſeyn, die Abänderungen ſehr genau zu beſchrei-

ben, welche ich für nöthig fand, bei den zu der Anſtellung der Verſuche gebrauchten Inſtrumenten anzubringen.

Und, zu allererſt, werden jetzt die Schatten, ſtatt auf einen, an der Wand oder der Bekleidung des Zimmers aufgeſpannten Bogen Papier zu fallen, auf die innere Seite des Hintertheils eines hölzernen Kaſtens (von $7\frac{1}{4}$ Zoll Weite, $10\frac{1}{2}$ Zoll lang, und $3\frac{1}{2}$ Zoll tief), geworfen, welcher vorn offen iſt, um das Licht einfallen zu laſſen, an der innern Seite aber überall ſchwarz angeſtrichen worden, ausgenommen an der hintern Seite, wo das weiße Papier befeſtigt worden iſt, um den Schatten aufzufangen. An dem untern Theile dieſes Kaſtens iſt eine Kugel und eine Faſſung angebracht, die an ein Geſtell befeſtigt wird, um das Ganze zu tragen; und der obere Theil, oder der Deckel iſt mit Angeln verſehen, damit der Kaſten immer geöffnet werden könne, wenn es nöthig iſt, irgend einen Theil, den er befaßt, zu ändern. Der vordere Theil des Kaſtens iſt ebenfalls mit einem Thürchen verſehen, wodurch er dann an dieſer Seite verſchloſſen werden kann, wenn man ihn nicht mehr brauchen will.

Da ich es ſehr unpaſſend fand, zwei, durch den nemlichen Zylinder projizirte Schatten zu vergleichen, da dieſe entweder zu weit von einander waren, um mit

Genauigkeit und Sicherheit verglichen werden zu können, oder, wenn sie näher bei einander standen, zum Theil durch den Zylinder bedeckt wurden, so bediene ich mich jetzt, um diese Unbequemlichkeit zu vermeiden, zweier Zylinder; diese werden perpendikular in den Boden des eben beschriebenen Kastens in einer, dem Hintertheile desselben parallel laufenden Linie befestigt, ungefähr $2\frac{2}{10}$ Zoll von dieser Rückwand, und drei Zoll von einander, (nach dem Mittelpunkte der Zylinder gemessen) entfernt. Wenn nun die beiden, zum Versuche anzuwendenden Lichter richtig gestellt sind, so werfen diese beiden Zylinder viet Schatten auf das weiße Papier an der inneren Seite der Hinterwand des Kastens, welche ich in Zukunft immer das Feld des Instrumentes nennen werde, und wo dann immer zwei von diesen Schatten genau in der Mitte dieses Feldes sich einander berühren; auf diese beiden wird aber allein Rücksicht genommen. Um zu verhüten, daß die Aufmerksamkeit nicht durch die Gegenwart unnöthiger Gegenstände zerstreut werde, ist dafür gesorgt, daß die beiden äußeren Schatten nicht sichtbar werden, welches dadurch bewerkstelligt wird, daß man das Feld des Instrumentes so klein macht, daß sie ausserhalb desselben auf eine geschwärzte Fläche fallen, auf welcher sie nicht sichtbar sind.

Wenn jeder der Zylinder $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmesser, und $2\frac{2}{10}$ Zoll Höhe hat, (wie solches bei dem Instru-

mente, das ich kürzlich vorgerichtet habe, wirklich der Fall iſt,) ſo iſt es völlig hinreichend, wenn man das Feld $2\frac{1}{10}$ Zoll weit macht; und, da eine unnöthige Höhe deſſelben nicht nur nutzlos, ſondern auch nachtheilig iſt, weil eine große Oberfläche von weißem Papier, das nicht durch Schatten bedeckt wird, einen zu ſtarken Lichtglanz hervorbringt, ſo muß man das Feld nicht höher, als $\frac{3}{10}$ eines Zolles über das obere Ende der Zylinder hinaus gehen laſſen.

Um die Lichter bequem und mit Genauigkeit ſtellen zu können, iſt eine ſchwarze Linie mitten durch das Feld, von oben nach unten gezogen, und eine andere (horizontale) Linie, mit jener im rechten Winkel, an der obern Spitze des Zylinders hin. Wenn die obern Ränder der Schatten dieſe eben angeführte Linie berühren, ſo befinden ſich die Lichter in der rechten Höhe; und wenn ferner ſich die Schatten in der Mitte des Feldes berühren, ſo ſtehen die Lichter auch in der rechten Direktion oder Richtung.

Bei meinem neu verbeſſerten Inſtrumente (denn ich habe deren ſchon viere verfertigen laſſen), iſt das weiße Papier, welches das Feld bildet, nicht unmittelbar an der inneren Seite des Hintertheiles des Kaſtens befeſtigt, ſondern auf eine dünne Scheibe von ſehr feinem Glaſe gekleiſtert, und dieſes, ſo bedeckte

Glas wird in einer Rinne niedergelaſſen, die zu dieſem Ende in dem Kaſten angebracht iſt.

Dieſes überzogene Glas iſt $5\frac{1}{2}$ Zoll lang, und ſo breit, als der Kaſten tief iſt, das heißt $3\frac{1}{4}$ Zoll, allein das Feld des Inſtrumentes ſelbſt iſt auf ſeine eigenthümliche Größe durch einen Schirm reduzirt, der, von ſchwarzer Pappe verfertigt, und vor die vordere Fläche dieſes bedeckten Glaſes geſetzt wird, wo er dann unmittelbar auf demſelben aufliegt. Ein Ausſchnitt in dieſem Pappdeckel, in der Form eines länglichen Viereckes, $1\frac{7}{10}$ Zoll breit, und zwei Zoll höch, beſtimmt die Dimenſionen, und bildet die Grenzen des Feldes. Dieſer Schirm muß groß genug verfertigt werden, um die ganze innere Seite des Hintertheiles des Kaſtens zu bedecken, und er kann an ſeinem Platze mittelſt Fugen zu den Seiten des Kaſtens befeſtigt werden, in welchen man ihn ſo paſſen muß, daß er eingeſchoben werden kann. Die Stellung der oben erwähnten Oeffnung wird durch die Höhe der Zylinder beſtimmt, und der obere Rand muß alsdann um $\frac{3}{10}$ eines Zolles höher, als die obern Ränder der Zylinder gemacht werden. Da nun die Höhe derſelben nur zwei Zoll, hingegen die der Zylinder $2\frac{3}{10}$ Zoll beträgt, ſo iſt begreiflich, daß die Schatten der unteren Theile der Zylinder nicht in das Feld hineinfallen. Aus dieſem Umſtande entſtehen aber durchaus gar keine Unbequemlichkeiten;

mente, das ich kürzlich vorgerichtet habe, wirklich der Fall iſt,) ſo iſt es völlig hinreichend, wenn man das Feld $2\frac{1}{10}$ Zoll weit macht; und, da eine unnöthige Höhe deſſelben nicht nur nutzlos, ſondern auch nachtheilig iſt, weil eine große Oberfläche von weißem Papier, das nicht durch Schatten bedeckt wird, einen zu ſtarken Lichtglanz hervorbringt, ſo muß man das Feld nicht höher, als $\frac{3}{10}$ eines Zolles über das obere Ende der Zylinder hinaus gehen laſſen.

Um die Lichter bequem und mit Genauigkeit ſtellen zu können, iſt eine ſchwarze Linie mitten durch das Feld, von oben nach unten gezogen, und eine andere (horizontale) Linie, mit jener im rechten Winkel, an der obern Spitze des Zylinders hin. Wenn die obern Ränder der Schatten dieſe eben angeführte Linie berühren, ſo befinden ſich die Lichter in der rechten Höhe; und wenn ferner ſich die Schatten in der Mitte des Feldes berühren, ſo ſtehen die Lichter auch in der rechten Direktion oder Richtung.

Bei meinem neu verbeſſerten Inſtrumente (denn ich habe deren ſchon viere verfertigen laſſen), iſt das weiße Papier, welches das Feld bildet, nicht unmittelbar an der inneren Seite des Hintertheiles des Kaſtens befeſtigt, ſondern auf eine dünne Scheibe von ſehr feinem Glaſe gekleiſtert, und dieſes, ſo bedeckte

Glas wird in einer Rinne niedergelaſſen, die zu dieſem Ende in dem Kaſten angebracht iſt.

Dieſes überzogene Glas iſt $5\frac{1}{2}$ Zoll lang, und ſo breit, als der Kaſten tief iſt, das heißt $3\frac{1}{2}$ Zoll, allein das Feld des Inſtrumentes ſelbſt iſt auf ſeine eigenthümliche Größe durch einen Schirm reduzirt, der, von ſchwarzer Pappe verfertigt, und vor die vordere Fläche dieſes bedeckten Glaſes geſetzt wird, wo er dann unmittelbar auf demſelben aufliegt. Ein Ausſchnitt in dieſem Pappdeckel, in der Form eines länglichen Viereckes, $1\frac{7}{10}$ Zoll breit, und zwei Zoll höch, beſtimmt die Dimenſionen, und bildet die Grenzen des Feldes. Dieſer Schirm muß groß genug verfertigt werden, um die ganze innere Seite des Hintertheiles des Kaſtens zu bedecken, und er kann an ſeinem Platze mittelſt Fugen zu den Seiten des Kaſtens befeſtigt werden, in welchen man ihn ſo paſſen muß, daß er eingeſchoben werden kann. Die Stellung der oben erwähnten Oeffnung wird durch die Höhe der Zylinder beſtimmt, und der obere Rand muß alsdann um $\frac{3}{10}$ eines Zolles höher, als die obern Ränder der Zylinder gemacht werden. Da nun die Höhe derſelben nur zwei Zoll, hingegen die der Zylinder $2\frac{3}{10}$ Zoll beträgt, ſo iſt begreiflich, daß die Schatten der unteren Theile der Zylinder nicht in das Feld hineinfallen. Aus dieſem Umſtande entſtehen aber durchaus gar keine Unbequemlichkeiten;

im Gegentheil kann man mehrere Vortheile aus einer ſolchen Einrichtung ziehen.

Statt des eben beſchriebenen Schirmes bediene ich mich bisweilen eines andern, welcher von jenem blos darinn verſchieden iſt, daß der Ausſchnitt in ihm, welcher die Geſtalt und Dimenſionen des Feldes beſtimmt, ſtatt viereckig zu ſeyn, rund iſt, und $1\frac{5}{8}$ Zoll im Durchmeſſer hat. Wenn ich mich dieſes Schirmes bediene, werden die Schatten in der Weite (auf eine gleich nachher zu beſchreibende Weiſe) vergrößert, ſo daß ſie das Feld völlig ausfüllen, und in der Geſtalt von zwei Halbkugeln, oder vielmehr halber Scheiben erſcheinen, die ſich einander in einer vertikalen Linie berühren. Der Umſtand, welchen ich vor Augen hatte, als ich das Feld und die Schatten in eine runde Geſtalt verwandelte, war der: ich dachte mir nemlich, daß, wenn ich die Zahl der Gegenſtände, die im Stande ſind, auf den Geiſt einzuwirken, und zumal alle geraden Linien und Winkel, nebſt den ſämmtlichen überflüſſigen Varietäten von Licht und Schatten entfernen könnte, die Aufmerkſamkeit mehr conzentrirt, und ſo fixirt werden würde, daß dieſes den Geſichtsſinn beſonders ſcharf in Unterſcheidung einer jeden Abweichung der einfachen Gegenſtände von einander, die dem Auge dargeſtellt wären, machen müßte. Allein ſo vielen Anſchein auch dieſer Schluß haben mag, ſo muß ich doch geſtehen, daß der Verſuch meiner Erwar-

tung nicht entsprechen wollte. Es ist wahr, die scheinbaren Dichtigkeiten zwei gleicher Halbkugeln von Schatten, die mit einander in Berührung stehen, können mit großer Leichtigkeit verglichen werden, und sobald sich kein unterscheidbarer Unterschied zwischen ihnen wahrnehmen läßt, so ist es mehr als wahrscheinlich, daß sie einander wirklich sehr nahe kommen; allein ich habe doch immer durch Erfahrung gefunden, daß zwei gleiche Parallelogramme von Schatten, welche sich einander berühren, mit der nemlichen Leichtigkeit, und, wie ich glaube, mit derselben Richtigkeit vergleichen lassen, und um so besser, wenn diese vereinigten Schatten an drei Seiten durch eine vollkommen weiße Oberfläche begränzt werden, die die direkten Strahlen zweier heller Lichter erleuchten; welches soviel sagen will, wenn der Schein mit der viereckigten Oeffnung gebraucht wird.

Bei der Beschreibung der Zylinder, durch welche die Schatten projizirt werden, sagte ich, daß sie an dem Boden des Kastens befestigt wären; da jedoch die Schatten dieser Zylinder um etwas weniges veränderlich sind, je nachdem die Lichter größer oder kleiner sind, und dem Photometer näher gebracht, oder davon weiter entfernt werden, um die Schatten jederzeit auf gleiche Durchmesser zu bringen, welches sehr vortheilhaft ist, wie ich aus meinen Erfahrungen gefunden habe, weil man dann mit größerer Leichtigkeit und

Gewißheit urtheilen kann, wenn beide Schatten eine gleiche Dichtigkeit beſitzen, ſo habe ich die Zylinder beweglich um ihre Axen gemacht, und jedem einen vertikalen Flügel von $\frac{1}{20}$ eines Zolles Breite und $\frac{1}{10}$ Zoll Dicke gegeben, der mit dem Zylinder gleiche Höhe hat, und ſeiner ganzen Länge nach genau an ihn befeſtigt iſt. Dieſer Flügel liegt gewöhnlich in der Mitte des Schattens des Zylinders, und hat, ſo lange er in dieſer Richtung liegt, durchaus keinen Nutzen irgend einer Art; ſobald es jedoch nöthig wird, den Durchmeſſer eines dieſer Schatten zu vergrößern, ſo wird der, dieſem correſpondirende Zylinder ſo weit um ſeine Axe bewegt, bis der eben beſchriebene Flügel aus dem Schatten heraustritt, und den, auf dem Felde des Inſtrumentes abgebildeten Schatten auf die rechte Größe des verlangten Durchmeſſers bringt. Bei dieſer Operation iſt es allezeit nothwendig, den Zylinder nach auſſen, oder ſo zu drehen, daß die Vergrößerung in der Breite des Schattens an der Seite deſſelben ſtatt finde, welchem der correſpondirende Schatten des anderen Lichtes entgegengeſetzt iſt. Die Nothwendigkeit dieſer Vorſicht wird demjenigen deutlich ſeyn, welcher von dem Inſtrumente, und der Art, es zu gebrauchen, eine richtige Idee gefaßt hat.

Mittelſt dieſer, an die Zylinder befeſtigten Flügel wird nun die Breite der Schatten ſo vergrößert, daß ſie das ganze Feld des Photometers ausfüllen.

wenn man den Schirm mit der zirkelrunden Oeffnung nimmt.

Da die unteren Ecken der Zylinder, welche durch Löcher gehen, die in den Boden des Kaſtens gemacht worden ſind, um ſie aufzunehmen, ungefähr $\frac{1}{16}$ Zoll kleiner im Durchmeſſer ſind, als die oberen Theile, welche die Schatten werfen, und da ſie nicht allein ganz durch den Boden des Kaſtens, (welcher Boden einen Zoll dick iſt,) gehen, ſondern auch faſt einen Zoll noch über die äuſſere Seite dieſes Bodens hinausragen, und da endlich die Zylinder auch nicht enge in dieſe Löcher einpaſſen, ſo iſt es leicht, ſie, weil ſie unter den Kaſten hinausragen, um ihre Axen zu drehen, ſelbſt ohne daß derſelbe geöffnet zu werden braucht. Ich ſagte oben, daß der vertikale Flügel, der an jeden Zylinder befeſtigt iſt, der Höhe dieſes Zylinders gleich komme: — dieß muß nicht ſo verſtanden werden, als ob die völlige Länge der Zylinder gemeint wäre, den Theil deſſelben mit eingerechnet, welcher in und durch das Loch am Boden des Kaſtens geht; ſondern der Flügel iſt bloß an dem Theile des Zylinders, der überhalb des Bodens des Kaſtens hinausragt, oder am obern Stücke im Kaſten befeſtigt.

Da es abſolut nothwendig iſt, daß die Zylinder immer ſenkrecht auf dem Boden des Kaſtens, oder parallel mit einander ſtehen, ſo wird es am beſten ſeyn,

ſie von Meſſing zu verfertigen, und, ſtatt ſie unmittelbar am Boden des Kaſtens (der, da er von Holz iſt, ſich werfen könnte) zu befeſtigen, ſie in ein ſtarkes dickes Stück von geſchlagenem Meſſin blech zu befeſtigen, welches nachmals auf den Bod n ... Kaſtens durch eine ſtarke Schraube feſtgemacht werden kann. Auf dieſe Weiſe ſind zwei meiner beſten Inſtrumente eingerichtet. Um nun die Zylinder noch ſtärker in ihrer ſenkrechten Lage zu befeſtigen, ſind ſie da, wo ſie auf der Meſſingplatte ruhen, mit breiten flachen Ringen, oder vorſtehenden Rändern verſehen. Dieſe Ringe ſind $\frac{1}{10}$ Zoll dick, und im Durchmeſſer dem vorſtehenden Flügel des Zylinders gleich, deſſen unterem Ende ſie einen feſten Ruhepunkt verſchaffen. (Siehe Tafel VII. Fig. 1.). Dieſe Zylinder ſind auch noch ſtark gegen die Metallplatte, auf welcher ſie ruhen, mittelſt zuſammengedrückter Spiralfedern angepreßt, welche ſich zwiſchen der Unterſeite dieſer Platte und dem untern Ende der Zylinder befinden.

Von welchem Stoffe auch die Zylinder verfertigt werden, und was für Geſtalten und Dimenſionen ſie immer haben mögen, ſo iſt es doch abſolut nothwendig, daß ſie, ſo gut wie jeder andere Theil des Photometers, das Feld allein ausgenommen, über und über dunkelſchwarz, von der allertiefſten Färbung, angeſtrichen ſeyen. Dieß, und dieß allein, verhütet die Unbequemlichkeiten, welche ſonſt aus der Reflexion von

Licht, und der Gegenwart zu vieler ſichtbarer Gegenſtände entſpringen würden.

Um die Lichter mit größerer Leichtigkeit und Präciſion nach dem Photometer hin, und von demſelben weg bewegen zu können, ſorgte ich für zwei lange und ſchmale, aber ſehr ſtarke und feſte Breter (Lineale), wo bei jedem in der Mitte ſich eine gerade Rinne befindet, in welcher ein Schieber, auf den man das Licht ſtellt, mittelſt einer Saite gezogen wird, die vorn und hinten an ihn befeſtigt iſt. Dieſe Schnur geht an jedem der beiden Enden des Lineales über Rollen, und dann um einen Zylinder herum, der mit einer Winde verſehen, und an der Seite des Lineales, die nach dem Photometer zu geht, ſo angebracht iſt, daß ſie der Beobachter umdrehen kann, ohne ſeine Augen von dem Felde des Inſtrumentes wegwenden zu müſſen. (Siehe Taf. VII. Fig. 3., und Tafel VIII. Fig. 4.)

Aus dieſer Einrichtung entſpringen gar manche Vortheile; zuerſt nemlich, daß der Beobachter die Lichter bewegen kann, ſo wie er es für nöthig findet, ohne einen Gehülfen nöthig zu haben, und ſelbſt ohne ſein Auge von den Schatten wegwenden zu müſſen; zweitens, befindet ſich jedes Licht genau in der Direktionslinie, in der es ſeyn muß, wenn ſich die Schatten in der Mitte der Vertikalfläche des Photometers berühren ſollen; und drittens, da die gleitende Bewegung

der Lichter vollkommen leicht und ſanft iſt, ſo hat ſie keinen Einfluß auf die Lichter ſelbſt und kann weder ihren Glanz vermehren, noch etwa ſelbigen vermindern.

Dieſe Breter, welche zehn Zoll breit und fünfunddreißig Zoll hoch ſind, das eine aber zwölf Fuß, das andere zwanzig Fuß in der Länge hat, werden in einem Winkel von 60° auseinander, auf ſolche Weiſe zum Photometer geſtellt, daß eine, durch ihre Mitte der Direktion ihrer Länge nach gezogene Linie, genau in den Punkt trifft, der ſich unter der Mitte der Vertikalfläche oder dem Felde des Photometers befindet, und von dieſem Punkte aus werden die Entfernungen der Lichter auch gemeſſen; die Seiten der Breter ſind in engliſche Zolle getheilt, und ein Vernier, der die Zehntheile der Zolle zeigt, iſt an jedem Schieber befeſtigt, auf welchen die Lichter geſetzt werden. (Siehe Taf. VII. und VIII.)

Dieſe Schieber ſind ſo eingerichtet, daß ſie nach Belieben erhöht oder tiefer geſtellt werden können, welches durchaus nothwendig iſt, wenn die Lichter immer in gleicher Höhe ſtehen ſollen, das heißt, daß ſie in einerlei Horizontalfläche mit den obern Theilen der Zylinder des Photometers ſtehen.

Die Methode, um zu beſtimmen, ob ſich die Lich-

ter in der gehörigen Höhe befinden, iſt ſchon beſchrieben worden.

Damit die beiden langen und ſchmalen Breter oder Platformen, die eben beſchrieben worden, und auf welchen ſich die Lichter bewegen, in ihrer rechten Lage unbeweglich bleiben, ſind ſie beide ſehr feſt an einen ſehr ſtarken Fuß befeſtigt, der das Photometer trägt. Und damit die Bewegung der Schieber, welche die Lichter tragen, ſo leicht und ſanft als möglich ſey, ſind dieſe ſo eingerichtet, daß ſie auf parallelen Metalldräthen, die neun Zoll von einander ſtehen, und $\frac{7}{100}$ eines Zolles im Durchmeſſer haben, dabei auch wohl polirt ſind, weggleiten, welche auf den Bretern von einem Ende zum andern ausgeſpannt ſind. (Siehe Taf. VII. Fig. 3.)

Die mit weißem Papier bedeckte Glastafel, welche in einer Rinne am Rücken des Käſtchens befeſtigt iſt, bildet die Vertikalfläche, auf welcher die Schatten abgebildet werden. Sie iſt $5\frac{1}{2}$ Zoll lang, und $3\frac{1}{4}$ Zoll breit, wie ſchon bemerkt worden iſt. Dieſes iſt aber viel größer, als die oben angegebenen Dimenſionen für das Feld, nemlich $1\frac{7}{10}$ Zoll Breite und 2 Zoll Höhe. Ich hatte bei dieſer Einrichtung zweierlei Abſichten vor Augen; das einemal wollte ich das Einpaſſen der Scheibe an ihren Ort erleichtern; alsdann aber noch es in meiner Gewalt zu haben, gelegentlich die Di-

menſionen des Feldes vergrößern zu können, indem ich die ſchwarze Pappſcheibe gänzlich von dieſer weißen Tafel wegnahm, oder eine andere mit einer größeren Oeffnung brauchte; dieſes letztere iſt bisweilen vortheilhaft *).

Nachdem ich jetzt, wie ich glaube, hinlänglich alle die weſentlichen Theile dieſer Inſtrumente beſchrieben habe, bleibt mir nur noch über, einige Vorſichtsmaaßregeln anzuführen, deren Anwendung ich beim Gebrauche für nöthig gefunden habe.

*) Seit ich obiges ſchrieb, habe ich in der Geſtalt des Käſtchens, welches mein Photometer enthält, eine Aenderung getroffen. Das Vordertheil deſſelben wird nemlich nunmehr, ſtatt offen zu ſeyn, verſchloſſen, und das Licht durch zwei horizontale Röhren hereingelaſſen, welche ſo geſtellt ſind, daß ſie einen Winkel von ſechzig Grad bilden, und ihre Axen in den Mittelpunkt des Feldes des Inſtrumentes treffen. (Siehe Taf. VII. Fig. 1.) Das Feld des Photometers iſt durch eine Oeffnung ſichtbar, die zu dieſem Ende in der Mitte des Vordertheiles des Käſtchens, zwiſchen den beiden eben angeführten Röhren, angebracht worden iſt. Die Tafeln VII. und VIII. ſollen dazu dienen, von dem Inſtrumente eine deutlichere Idee zu geben, ſo wie es ſich jetzt in ſeinem am meiſten verbeſſerten Zuſtande befindet.

A. d. V.

Und hier habe ich zuerſt, was nemlich die Entfernung betrifft, in welcher die Lichter, deren Intenſitäten verglichen werden ſollen, von dem Felde des Photometers geſtellt werden müſſen, gefunden, daß, wenn das ſchwächſte dieſer Lichter ungefähr ſo ſtark iſt, wie ein gemeines Wachslicht, dieſes Licht am allervortheilhafteſten 30 bis 36 Zoll von dem Zentrum des Feldes geſtellt werden könne. Iſt es aber ſtärker oder ſchwächer, ſo kann man es nach Verhältniß weiter davon oder noch näher bringen. Stehen die Lichter zu nahe, ſo werden die Schatten nicht ſcharf genug begränzt erſcheinen; ſind ſie zu weit entfernt, ſo bleibt der Schatten zu ſchwach.

Es wird die Berechnungen, welche nöthig ſind, um Schlüſſe aus Verſuchen ſolcher Art zu ziehen, ſehr erleichtern, wenn man ein gleichförmiges Licht, von einem zu dieſem Zwecke eigenen Grade von Stärke, als eine Norm oder Richtſchnur annimmt, nach welchem alle anderen verglichen werden können. Ich habe dazu eine Argandiſche Lampe gewählt, die in London verfertigt, und äuſſerſt gut ausgeführt iſt; und obgleich die Quantität von Licht, die ſie oder jede andere Art von Lampen ausſtrahlt, ſehr verſchieden iſt, da ſie größtentheils von der Länge abhängt, in welcher das Docht ausgezogen iſt, ſo habe ich doch durch wiederholte Proben gefunden, daß dieſe Lampe, wenn ſie einmal in ordentlichen Stand geſetzt worden

menſionen des Feldes vergrößern zu können, indem ich die ſchwarze Pappſcheibe gänzlich von dieſer weißen Tafel wegnahm, oder eine andere mit einer größeren Oeffnung brauchte; dieſes letztere iſt bisweilen vortheilhaft *).

Nachdem ich jetzt, wie ich glaube, hinlänglich alle die weſentlichen Theile dieſer Inſtrumente beſchrieben habe, bleibt mir nur noch über, einige Vorſichtsmaaßregeln anzuführen, deren Anwendung ich beim Gebrauche für nöthig gefunden habe.

*) Seit ich obiges ſchrieb, habe ich in der Geſtalt des Käſtchens, welches mein Photometer enthält, eine Aenderung getroffen. Das Vordertheil deſſelben wird nemlich nunmehr, ſtatt offen zu ſeyn, verſchloſſen, und das Licht durch zwei horizontale Röhren hereingelaſſen, welche ſo geſtellt ſind, daß ſie einen Winkel von ſechzig Grad bilden, und ihre Axen in den Mittelpunkt des Feldes des Inſtrumentes treffen. (Siehe Taf. VII. Fig. 1.) Das Feld des Photometers iſt durch eine Oeffnung ſichtbar, die zu dieſem Ende in der Mitte des Vordertheiles des Käſtchens, zwiſchen den beiden eben angeführten Röhren, angebracht worden iſt. Die Tafeln VII. und VIII. ſollen dazu dienen, von dem Inſtrumente eine deutlichere Idee zu geben, ſo wie es ſich jetzt in ſeinem am meiſten verbeſſerten Zuſtande befindet.

A. d. B.

Und hier habe ich zuerſt, was nemlich die Entfer-
ung betrifft, in welcher die Lichter, deren Intenſität-
n verglichen werden ſollen, von dem Felde des Pho-
meters geſtellt werden müſſen, gefunden, daß, wenn
s ſchwächſte dieſer Lichter ungefähr ſo ſtark iſt, wie
n gemeines Wachslicht, dieſes Licht am allervor-
eilhafteſten 30 bis 36 Zoll von dem Zentrum des
ldes geſtellt werden könne. Iſt es aber ſtärker oder
wächer, ſo kann man es nach Verhältniß weiter da-
n oder noch näher bringen. Stehen die Lichter zu
he, ſo werden die Schatten nicht ſcharf genug be-
inzt erſcheinen; ſind ſie zu weit entfernt, ſo bleibt
: Schatten zu ſchwach.

Es wird die Berechnungen, welche nöthig ſind,
ı Schlüſſe aus Verſuchen ſolcher Art zu ziehen, ſehr
eichtern, wenn man ein gleichförmiges Licht, von
em zu dieſem Zwecke eigenen Grade von Stärke,
eine Norm oder Richtſchnur annimmt, nach wel-
m alle anderen verglichen werden können. Ich habe
ıu eine Argandiſche Lampe gewählt, die in
ıdon verfertigt, und äuſſerſt gut ausgeführt iſt;
ɔ obgleich die Quantität von Licht, die ſie oder jede
ɔere Art von Lampen ausſtrahlt, ſehr verſchieden
da ſie größtentheils von der Länge abhängt, in
ſcher das Docht ausgezogen iſt, ſo habe ich doch
ch wiederholte Proben gefunden, daß dieſe Lampe,
an ſie einmal in ordentlichen Stand geſetzt worden

menſionen des Feldes vergrößern zu können, indem ich die ſchwarze Pappſcheibe gänzlich von dieſer weißen Tafel wegnahm, oder eine andere mit einer größeren Oeffnung brauchte; dieſes letztere iſt bisweilen vortheilhaft *).

Nachdem ich jetzt, wie ich glaube, hinlänglich alle die weſentlichen Theile dieſer Inſtrumente beſchrieben habe, bleibt mir nur noch über, einige Vorſichtsmaaßregeln anzuführen, deren Anwendung ich beim Gebrauche für nöthig gefunden habe.

*) Seit ich obiges ſchrieb, habe ich in der Geſtalt des Käſtchens, welches mein Photometer enthält, eine Aenderung getroffen. Das Vordertheil deſſelben wird nemlich nunmehr, ſtatt offen zu ſeyn, verſchloſſen, und das Licht durch zwei horizontale Röhren hereingelaſſen, welche ſo geſtellt ſind, daß ſie einen Winkel von ſechzig Grad bilden, und ihre Axen in den Mittelpunkt des Feldes des Inſtrumentes treffen. (Siehe Taf. VII. Fig. 1.) Das Feld des Photometers iſt durch eine Oeffnung ſichtbar, die zu dieſem Ende in der Mitte des Vordertheiles des Käſtchens, zwiſchen den beiden eben angeführten Röhren, angebracht worden iſt. Die Tafeln VII. und VIII. ſollen dazu dienen, von dem Inſtrumente eine deutlichere Idee zu geben, ſo wie es ſich jetzt in ſeinem am meiſten verbeſſerten Zuſtande befindet.

A. d. V.

Und hier habe ich zuerſt, was nemlich die Entfernung betrifft, in welcher die Lichter, deren Intenſitäten verglichen werden ſollen, von dem Felde des Photometers geſtellt werden müſſen, gefunden, daß, wenn das ſchwächſte dieſer Lichter ungefähr ſo ſtark iſt, wie ein gemeines Wachslicht, dieſes Licht am allervortheilhafteſten 30 bis 36 Zoll von dem Zentrum des Feldes geſtellt werden könne. Iſt es aber ſtärker oder ſchwächer, ſo kann man es nach Verhältniß weiter davon oder noch näher bringen. Stehen die Lichter zu nahe, ſo werden die Schatten nicht ſcharf genug begränzt erſcheinen; ſind ſie zu weit entfernt, ſo bleibt der Schatten zu ſchwach.

Es wird die Berechnungen, welche nöthig ſind, um Schlüſſe aus Verſuchen ſolcher Art zu ziehen, ſehr erleichtern, wenn man ein gleichförmiges Licht, von einem zu dieſem Zwecke eigenen Grade von Stärke, als eine Norm oder Richtſchnur annimmt, nach welchem alle anderen verglichen werden können. Ich habe dazu eine Argandiſche Lampe gewählt, die in London verfertigt, und äuſſerſt gut ausgeführt iſt; und obgleich die Quantität von Licht, die ſie oder jede andere Art von Lampen ausſtrahlt, ſehr verſchieden iſt, da ſie größtentheils von der Länge abhängt, in welcher das Docht ausgezogen iſt, ſo habe ich doch durch wiederholte Proben gefunden, daß dieſe Lampe, wenn ſie einmal in ordentlichen Stand geſetzt worden

ihr Licht gleichförmig auszuſtrahlen eine längere Zeit fortfahrt, als eine andere Lampe, und bei weitem mehr, als irgend ein Licht in Kerzengeſtalt.

Zu Anfang eines jeden Verſuches mache ich dieſes Normallicht auf folgende Weiſe zurecht. Wenn ich die Lampe auf den Schieber, in einer Entfernung von 100 Zoll vom Centro des Feldes des Photometers geſtellt habe, ſo meſſe ich von dem Mittelpunkte der Zirkelflamme der Lampe, und ſetze alsdann ein zylindriſches Wachslicht von bekanntem Gewicht und Dimenſionen, welches blos in dieſer Abſicht angezündet, geputzt, und mit dem größtmöglichſten Grade von Glanz brennend erhalten wird, derſelben in einer gewiſſen gegebenen Entfernung (33 Zoll) gegenüber, worauf dann das Docht der Lampe ſoweit herausgezogen oder verkürzt wird, als nöthig iſt, um die der Lampe und dem Lichte correſpondirenden Schatten genau von einerlei Dichtigkeit zu machen. Iſt dieſes geſchehen, ſo wird die Probekerze ausgelöſcht, und zu weiterem Gebrauche bei Seite gelegt, der vorgeſetzte Verſuch nimmt aber unmittelbar hierauf ſeinen Anfang.

Hier iſt, um richtig zu reden, das Probekerzenlicht eigentlich das Normallicht, allein die Lampe muß ihm bei den Verſuchen, wegen der größeren Beſtändigkeit und Gleichheit des Lichtes, vorgezogen werden.

Die einzige Gefahr eines Irrthumes bei dieſer Verfahrungsart entſteht aus der Schwierigkeit, ſich Probelichter (Kerzen) zu verſchaffen, welche immer genau die nemliche Quantität von Licht geben, oder daher, daß man das nemliche Licht nicht zu allen Zeiten mit dem nemlichen Grade von Glanz brennen machen kann. Ich ſchmeichelte mir einſt, daß ſelbſt dieſe Quelle des Irrthumes und der Ungewißheit, ſo unüberſteiglich auch die Schwierigkeit erſcheint, doch groſſentheils entfernt werden könne. Ich ſah ein, daß, wenn das Licht der Normallampe, und das der Probekerze auf der Oberfläche der Vertikaltafel zu einerlei Grad von Intenſität gebracht worden ſeyen, ſie doch zu einer Zeit ſtärker, als zu einer andern ſeyn könnten, und dann würden die gleichen Schatten der Zylinder verhältnißmäßig tiefer werden; ich wollte alsdann die Dichtigkeit derſelben zu verſchiedenen Zeiten mit einer gemahlten Stufenleiter von Schatten, die regelmäßig graduirt wäre, vergleichen, wo ſich jede Abweichung bei der Intenſität des Normallichtes leicht entdecken und verbeſſern laſſen könnte. Allein bei Anſtellung des Verſuches fand ich, was ich in der That bei einer kleinen ruhigen Ueberlegung würde haben vorausſehen können, daß die ſcheinbare Dichtigkeit der beiden gleichen Schatten, welche von den Lichtern kommen, mit der gemahlten Schattentabelle verglichen, die dem nemlichen Lichte ausgeſetzt war, immer die nemliche bleibt, obſchon die Intenſität der Strahlen

auf der Oberfläche, wo die Schatten abgebildet werden, variiren kann.

Es giebt jedoch noch eine andere Methode, wo es mir wahrſcheinlich däucht, daß die Normallampe mit dem gewünſchten Grade von Genauigkeit vorgerichtet werden könne. Es geht aus einer beträchtlichen Anzahl von Verſuchen hervor, von welchen ich nachher eine ausführlichere Nachricht mittheilen werde, daß die Quantität von Licht, welche eine Lampe von irgend einer beliebigen Einrichtung ausſtrahlt, wenn dieſe Lampe nemlich hell und ohne Rauch brennt, ſich durchaus ſo verhält, wie die Quantität des verzehrten Oeles. Wenn daher die Normallampe ſo eingerichtet wird, daß ſie immer nur eine gewiſſe gegebene Quantität von Oel in einer gewiſſen gegebenen Zeit verzehrt, ſo iſt viel Grund vorhanden, anzunehmen, daß man ſie als ein richtiges Normallicht betrachten könne.

Um die, bei dieſen Unterſuchungen nöthigen Berechnungen abzukürzen, wird es jederzeit vortheilhaft ſeyn, die Normallampe in eine Entfernung von 100 Zoll von dem Photometer zu ſtellen, und die Intenſität ihres Lichtes an der Quelle, der Einheit gleich, anzunehmen; in dieſem Falle (wenn ich das Normallicht A nenne — die Intenſität des Lichtes bei ſeiner Quelle $= x = 1$; — und die Entfernung der Lampe von dem Felde des Photometers $= m = 100$;) kann

die Intenſität der Erleuchtung auf dem Felde des Photometers $\left(= \frac{x}{m^2}\ ^*\right)$ durch den Bruch $\frac{1}{\frac{100}{1}^2} = \frac{1}{10000}$ ausgedrückt werden, und die relative Intenſität eines andern Lichtes, welches mit dieſem verglichen wird, den zuvor gegebenen Vorſchriften gemäß, kann dann durch die folgende Proportion gefunden werden. Nennt man dieſes Licht B, und ſetzt $y =$ ſeiner Intenſität an der Quelle, und nimmt $n =$ ſeiner Entfernung von dem Felde des Photometers, in engliſchen Zollen ausgedrückt, an, ſo iſt $\frac{y}{n^2} = \frac{x}{m^2}$, wie zuvor gezeigt worden; oder ſchreibt man ſtatt $\frac{x}{m^2}$ deſſen Werth $= \frac{1}{10000}$, ſo wird $\frac{y}{n^2} = \frac{1}{10000}$ ſeyn, und folglich ſich y zu 1 wie n^2 zu 10000 verhalten; oder, es verhält ſich die Intenſität des Lichtes B an ſeiner Quelle zu der Intenſität des Normallichtes A ebendaſelbſt, wie das Quadrat der Entfernung des Lichtes B von der Mitte des Feldes des Inſtrumentes, in Zollen ausgedrückt, zu 10000, und aus dieſem Grunde iſt auch $y = \frac{n^2}{10000}$.

*) Siehe Seite 409.

A. d. V.

Ich bin bei der Beſchreibung der, zu dieſen Verſuchen gebrauchten Inſtrumente, — der Art, auf welche die Verſuche geleitet wurden — und den Prinzipien, auf welche die daraus gezogenen Schlüſſe gebaut ſind, nicht blos darum ausführlicher zu Werke gegangen, weil, da der Gegenſtand ſo neu iſt, die detaillirteſte Unterweiſung in allen dieſen Punkten abſolut nothwendig iſt, um andere in den Stand zu ſetzen, mit Sicherheit von dem, ihrer Prüfung unterworfenen Gegenſtande zu urtheilen, ſondern auch, weil ich ſehr wünſchte, Jedem, der etwa geneigt ſchien, dieſe intereſſanten und unterhaltenden Unterſuchungen weiter zu verfolgen, jeden nur möglichen Beiſtand und Unterricht, der in meinen Kräften ſtand, mitzutheilen.

Ich hoffe, daß dieſe Apologie hinreichen werde, um die Weitſchweifigkeit dieſer Beſchreibungen zu entſchuldigen. Ich gehe jetzt weiter, um eine kurze Nachricht von den Verſuchen mitzutheilen, die ich bisher Zeit fand, mit dieſem Apparate anzuſtellen.

Meine erſten Bemühungen waren darauf gerichtet, auszumachen, in wie weit es möglich wäre, durch direkte Verſuche die Gewißheit des angenommenen Geſetzes, von der Verminderung der Intenſität des, durch leuchtende Körper ausgeſtrahlten Lichtes zu beſtimmen; nemlich, daß die Intenſität des Lichtes jederzeit ſich umgekehrt, wie die Quadrate

der Entfernungen vom leuchtenden Körper verhalte. Dieſe Verſuche ſcheinen mir um ſo mehr nothwendig, als es vollkommen augenſcheinlich iſt, daß dieſes Geſetz nur dann Stich halten könne, wenn das Licht in völlig durchſichtigen oder unwiderſtehenden Räumen fortgepflanzt werde, oder wo — wenn es von keinem Medium irgend einer Art Verminderung erleidet — ſeine Intenſität blos als Folge der Divergenz der Strahlen vermindert wird; und da es mehr als wahrſcheinlich iſt, daß die Luft, auch in ihrem reinſten Zuſtande, weit davon entfernt bleibe, vollkommen durchſichtig zu ſeyn.

Um größerer Deutlichkeit willen, will ich alle meine Experimente und Unterſuchungen unter allgemeine Kapitel oder Abtheilungen bringen, und damit anfangen, daß ich denjenigen, welche zu dem eben jetzt betrachteten Gegenſtande gehören, die allgemeine Benennung gebe:

Verſuche über den von der Luft geäußerten Widerſtand gegen das Licht.

Erſter Verſuch.

Zwei gleiche Wachslichter, wohl geputzt, die, wie man durch einen vorläufigen Verſuch gefunden hatte, mit genau dem nemlichen Grade von Helligkeit brannten, wurden zuſammen an eine Seite vor das Photometer geſetzt, und ihrem vereinigten Lichte durch das einer Argandiſchen Lampe, die ebenfalls wohl geputzt war, und ſehr gleichförmig brannte, an der andern Seite, gegenüber, die Waage gehalten. Die Lampe wurde in einer Entfernung von 100 Zoll vom Felde des Photometers geſtellt, und es fand ſich, daß die zwei brennenden Lichter (welche ſo nahe aneinander, als möglich war, geſetzt wurden, ohne daß ihr Flammen einander durch den Luftſtrom, den ſie hervorbrachten, ſtörten,) gerade im Stande waren, dem Lichte der Lampe auf dem Felde des Photometers die Waage zu halten, wenn ſie in einer Entfernung von 60,3 Zoll von dieſem Felde ihren Platz hatten. Das eine dieſer Lichter wurde nunmehr weggenommen und ausgelöſcht, das andere aber dem Felde des Inſtruments näher gebracht, bis deſſen Licht allein gerade fähig gefunden wurde, dem Lichte der Lampe das Gleichgewicht zu halten; und es ergab ſich, daß dieſer Fall eintrat, wenn dieſes Wachslicht in eine Entfernung von 43,4 Zoll gekommen war.

Da die Lichtkerzen bei dieſem Verſuche mit gleichem Grade von Helligkeit und Glanz brannten, ſo iſt es klar, daß ihre vereinigten Intenſitäten ſich zu denen der einzelnen Lichter wie 2 zu 1 verhielten, und in dieſem Verhältniſſe ſollten auch, der angenommenen Theorie zufolge, die Quadrate der Entfernungen 60,8 und 43,4 ſeyn; in der That verhält ſich aber auch $\overline{60,8^2} = 3696,64$ zu $\overline{43,4^2} = 1883,56$ beinahe eben ſo, wie 2 zu 1.

Wiederum bei einem andern Verſuche (Nr. 2.) waren die Entfernungen

Mit zwei Kerzen = 54 Zoll. Quadrat = 2916.
Mit einer Kerze = 38,6 = 1489,96.

Bei noch einer andern Probe (dem dritten Verſuche.)

Mit zwei Kerzen = 54,6 Zoll. Quadrat = 2981,16.
Mit einer Kerze = 39,7 = 1576,09.

Und beim vierten Verſuche

Mit zwei Kerzen = 58,4 Zoll. Quadrat = 3410,56.
Mit einer Kerze = 42,2 = 1780,84.

Nehmen wir jetzt noch die Mittel aus den Reſultaten dieſer vier Verſuche.

	Quadrate der Entfernungen, mit zwei Lichtern.		mit einem Lichte.
Beim Verſuche Nr. 1.	3696,64	—	1883,56
Nr. 2.	2916	—	1489,96
Nr. 3.	2981,16	—	1576,09
Nr. 4.	3410,56	—	1780,84
	4) 13004,36		4) 6736,45
Mittel	3251,09	und	1682,61

Welche wiederum ſich faſt wie 2 zu 1 verhalten.

Man kann in Beziehung auf dieſe Verſuche die Bemerkung machen, daß, wenn der Widerſtand der Luft gegen das Licht, oder die Verminderung deſſelben durch die unvollkommene Durchſichtigkeit der Luft innerhalb der Gränzen der unbeträchtlichen Entfernungen, in welche die Lichter von dem Photometer geſtellt wurden, bemerkbar wäre, die Entfernung der beiden gleichen Lichter in dieſem Falle vereinigt, zur Entfernung von einem derſelben einzeln in einem geringeren Verhältniſſe ſtehen würde, als das der Quadratwurzel von 2 zu der von 1 iſt. Denn wenn die Intenſität eines, durch einen leuchtenden Körper ausgeſtrahlten Lichtes, in einem von allem Widerſtande freien Raume im Verhältniſſe der Quadrate der Entfernungen vermindert würde, ſo muß ſie nothwendigerweiſe in einem noch weit höheren Verhältniſſe

vermindert werden, wenn der Körper durch ein widerstehendes Medium, oder ein solches dringt, das nicht vollkommen durchsichtig ist: und aus dem Unterschiede dieser Verhältnisse, nemlich, des der Quadrate der Entfernungen und des andern höheren, durch den Versuch gefundenen Verhältnisses kann dann der Widerstand des Mediums bestimmt werden.

Ich habe mir viele Mühe gegeben, dieses, in Bezug auf die Luft, zu thun, allein noch keine ganz glücklichen Fortschritte hierin gemacht, da die Durchsichtigkeit der Luft so groß ist, daß die Verminderung, welche das nur wenige Zoll, oder selbst mehrere Fuß durch sie hindurchgehende Licht erleidet, nicht bemerkbar wird.

Da ich durch wiederholte Proben gefunden hatte, daß das Licht einer reinlich geputzten Lampe ohne Vergleich mehr gleichförmig bleibt, als das eines Kerzenlichtes, dessen Schnuppe, da sie beständig länger wird, die Flamme erstaunlich schwankend macht, so brauchte ich bei diesen Versuchen statt Kerzenlicht lauter Lampen, und brachte bei der Art, sie zu behandeln, so viele andere Veränderungen an, als ich für passend hielt, um zu einer Entdeckung des Widerstandes der Luft gegen das Licht zu führen, wenn es irgend möglich wäre, diesen Widerstand innerhalb der eingeschlossenen Gränzen meiner Maschinerie bemerklich zu machen.

Ich hatte mich mit zwei Lampen verſehen, wo von die eine eine Argandiſche Lampe war, welche ich mit dem größtmöglichſten Glanze brennen ließ; die andere eine kleine gewöhnliche, mit einem einfachen, runden, ſehr kleinen Dachte, welche, da ſie mit einer hellen, ruhigen und gleichförmigen Flamme brannte, und keinen bemerkbaren Ruß oder Dampf hinter ſich ließ, nur ungefähr $\frac{1}{15}$ Theil ſo viel Licht, wie die Argandiſche Lampe ausſtrahlt. Dieſe Lampen wurden einander gegenüber vor das Feld des Photometers geſtellt, wo ſich dann ihre Lichter im Gleichgewichte befanden, wenn das kleine in einer Entfernung von 20 Zoll im Mittelpunkte dieſes Feldes, das größere aber in einer Entfernung von 101 Zoll geſtellt wurde. Ich ſchloß jetzo, daß, wenn das kleinere Licht bis auf 40 Zoll entfernt würde, die Nothwendigkeit eintreten müßte, um das Gleichgewicht des Lichtes, oder die Gleichheit des Schattens im Felde des Photometers wieder herzuſtellen, das größere Licht bis auf 202 Zoll zu entfernen; das heißt, wenn die Verminderung von Licht, die aus der unvollkommenen Durchſichtigkeit der Luft entſteht, innerhalb der Gränzen dieſer Entfernung nicht bemerklich wäre. Fände ſich jedoch bei wiederholten Proben, daß das Gleichgewicht ſchon wieder hergeſtellt würde, ehe das größere Licht noch auf die Entfernung von 202 Zollen gekommen, ſo möchte ich daraus ſchließen, daß dieſer Effekt getroſt der unvollkommnen Durchſichtigkeit der Luft zugeſchrie-

ben werden könne: denn wenn gleich das Licht der kleinern Lampe mit der Zeit, ſo gut wie das der gröſſeren, vermindert werden würde, ſo iſt doch aus dem Umſtande, daß die Verminderung, es ſey welche ſie wolle, jederzeit der Entfernung, durch welche das Licht durch ein Medium dringt, verhältnißmäßig ſeyn müſſe, klar, daß, da die Vergrößerung der Entfernung, durch welche das Licht der kleineren Lampe läuft, nicht mehr als zwanzig Zoll beträgt, während die der gröſſeren durch eine zugegebene Entfernung von mehr als hundert Zoll gehen muß, die Verminderung des Lichtes der gröſſeren Lampe, die aus der unvollkommenen Durchſichtigkeit des Mediums entſteht, gröſſer ausfallen müſſe, als die der kleinern Lampe, wenn ſelbige von der nämlichen Urſache abgeleitet werden kann, und daß folglich die Wirkungen einer ſolchen Verminderungen beim Verſuche hier mehr ſichtbar ſeyn werden, wenn ſie in der That beträchtlich ſind.

Die folgende Tafel zeigt die Reſultate der Verſuche, welche in der Abſicht angeſtellt worden ſind, dieſen Umſtand ins Klare zu ſetzen.

Verſuche.	Entfernung des kleineren Lichtes.		Entfernung des größeren Lichtes.		Zweite Entfernung des größeren Lichtes, nach dem angenommenen Geſetze von den Quadraten der Entfernungen berechnet.	Unterſchied zwiſchen dem Reſultate des Verſuches und dem der Theorie.
		Zoll		Zoll	Zoll	Zoll
Nr. 5.	Erſte Entf.	20	Erſte Entf.	101	202	+ 1
	Zweite Entf.	40	Zweite Entf.	203		
— 6.	Erſte Entf.	20	Erſte Entf.	100,2	200,4	— 2,1
	Zweite Entf.	40	Zweite Entf.	198,3		
— 7.	Erſte Entf.	20	Erſt Entf.	100,8	201,6	+ 0,5
	Zweite Entf.	40	Zweite Entf.	202,1		
— 8.	Erſte Entf.	20	Erſte Entf.	101,5	203	+ 1
	Zweite Entf.	40	Zweite Entf.	204		
— 9.	Erſte Entf.	50	Erſte Entf.	100	200	— 2
	Zweite Entf.	100	Zweite Entf.	198		
— 10.	Erſte Entf.	50	Erſte Entf.	95,5	191	+ 1,2
	Zweite Entf.	100	Zweite Entf.	192,2		
— 11.	Erſte Entf.	50	Erſte Entf.	95,1	190,2	+ 1
	Zweite Entf.	100	Zweite Entf.	191,2		
— 12.	Erſte Entf.	50	Erſte Entf.	96	192	+ 0,4
	Zweite Entf.	100	Zweite Entf.	192,4		

In den vier letzten Verſuchen wurde, ſtatt der kleinen, oben beſchriebenen Lampe, eine gemeine Argandiſche Lampe gebraucht, deren Dacht nur ſo weit herausgezogen war, daß es nicht mehr als etwa $\frac{1}{4}$ Zoll des Lichtes ausſtrahlen konnte, was die, mit dem größtmöglichſten Glanze brennende, gegen ihr überſtehende, große Argandiſche Lampe lieferte.

Damit meine Urtheilskraft beim Entſcheiden der Gleichheit der Schatten völlig unbefangen ſeyn möchte, ſowohl in Erwartungen, als vorläufig gefaßten Meinungen in Bezug auf den wahrſcheinlichen Erfolg der verſchiedenen Verſuche, hielt ich mein Auge beſtändig auf das Feld des Photometers gerichtet, und ſchob mittelſt der Winde, die ich beſtändig in meiner Hand hatte, dasjenige Licht, deſſen korreſpondirender Schatten mit dem des Normallichtes zu gleichem Grade der Dichtigkeit gebracht werden ſollte, ſo lange vorwärts und rückwärts, bis mir die Schatten vollkommen gleich zu ſeyn ſchienen. In dieſem Augenblicke aber gab ich einem Gehülfen den Auftrag, zu beobachten, und ſtillſchweigend niederzuſchreiben, welches die Entfernung der Lampe oder der Kerze ſey, ſo daß ich, ehe der Verſuch geendigt, und es zu ſpät war, einen vermutheten Betrug meiner Augen nach meinen Wünſchen oder Erwartungen etwa corrigiren zu wollen, dieſe Entfernung gar nicht erfuhr, wenn ich nemlich ſchwach genug geweſen wäre, einen Wunſch bei einem

Gegenſtande dieſer Art zu äußern. Es iſt mir aber nie bekannt, daß irgend eine Vorliebe, die ich für eine Lieblingstheorie gehabt, im Stande geweſen wäre, ſo ſtark auf meinen Verſtand und meine Sinne zu wirken, daß ſie mich ſchwarz und weiß anders hätten ſehen laſſen, als dieſe wirklich ſind; doch weiß ich ſoviel, daß ich ſehr gern Mittel auffand, die mich verhüteten, in Verſuchung geführt zu werden.

Ich komme zum vorſtehenden Verſuche zurück. Das Reſultat deſſelben, ſo weit als es Mittel darbot, den Widerſtand der Luft gegen das Licht zu beſtimmen, zeigte in der That gar keinen an, ja es möchten einige derſelben faſt ſchließen laſſen, daß die Intenſität eines, von einem leuchtenden Körper ausgeſtrahlten Lichtes in der Luft in einem geringeren Verhältniſſe, als dem der Quadrate der Entfernungen vermindert werde. Da jedoch ein ſolcher Schluß eine offenbare Abſurdität in ſich befaſſen würde, nemlich die, daß die abſolute Quantität von Lichte, das ſich in der Luft bewegt, ſtatt vermindert zu werden, eher zunehme, ſo kann man dieſen Schluß auf keine Weiſe zulaſſen.

Außer den oben erwähnten Verſuchen ſtellte ich eine große Menge anderer an, die ihnen ähnlich waren, und in gleicher Abſicht unternommen wurden; allein, da ſie faſt alle die nemlichen Reſultate gaben, ſo hielt ich es nicht für werth, dieſe Abhandlung durch

das Einrücken eines besondern Berichtes darüber auszudehnen. Im Allgemeinen kamen sie sämmtlich darauf hinaus, daß sie den Widerstand, welchen die Luft dem Durchgange des Lichtes in den Weg legt, so unbeträchtlich zu zeigen, daß er gar nicht bemerkt werden konnte, und daß man sich auf das angenommene Gesetz von der Verminderung der Intensität des Lichtes ohne Gefahr verlassen könne.

Daß die Durchsichtigkeit der Luft in ihrem reinsten Zustande sehr groß ist, zeigt sich aus den beträchtlichen Entfernungen, in welchen selbst schwach erleuchtete Gegenstände noch sichtbar sind; und ich war keinesweges darüber betroffen, daß ihr Mangel an Durchsichtigkeit in der geringen Entfernung, in die meine Versuche nothwendiger Weise beschränkt waren, nicht merkbar wurde: ich denke indessen doch, daß sich Mittel werden ausfindig machen lassen, die ihren Widerstand gegen das Licht deutlich machen, und ihn selbst einer erträglichen Messung unterwerfen können.

Eine sorgfältige und genaue Bestimmung der relativen Intensitäten des Sonnen- und Mondlichtes, wenn dasselbe in verschiedenen Höhen über dem Horizont, oder vom Gipfel und dem Fuße eines sehr hohen Gebirges, bei völlig hellem Wetter, gesehen wird, möchte wahrscheinlich auf die Entdeckung des wahren

Betrages des Widerſtandes der Luft gegen das Licht führen können. *)

Vom Verluſte des Lichtes bei ſeinem Durchgange durch Scheiben und Tafeln von Glas verſchiedener Art.

Bei dieſen Verſuchen verfuhr ich auf folgende Weiſe. Nachdem ich mich in Beſitz zweier gleichen Argandiſchen Lampen A und B, die wohl geputzt waren, und mit ſehr hellen, glänzenden Flammen brannten, geſetzt hatte, ſetzte ich ſie einander gegenüber vor das Photometer, jede in einer Entfernung von

*) Dieſe Methode, die Verminderung des Lichtes bei ſeinem Durchgange durch die Atmoſphäre zu beſtimmen, iſt ſchon vor mehreren Jahren durch einen ſcharfſinnigen franzöſiſchen Phyſiker, Herrn Bouguer, Mitglied der königl. Akademie der Wiſſenſchaften, vorgeſchlagen, und in Ausübung gebracht worden. Siehe Traité d'optique ſur la gradation de la lumière; Ouvrage poſthume de Mr. Bouguer, de l'Académie royale des Sciences, etc. Herausgegeben zu Paris im Jahr 1760 vom Abbe de la Caille.

Als dieſe Abhandlung geſchrieben wurde, hatte ich dieſe ſcharfſinnige und gelehrte Diſſertation noch nicht geſehen. Sie kam erſt vor einigen Monaten (im November 1801) in meine Hände, wo mir ſie mein werthgeſchätzter und verehrter Freund, der Senator La Place, verſchaffte.

hundert Zoll von diesem Instrumente, und das Licht von B wurde zu der nemlichen Intensität, wie das von A, oder die Schatten zu einerlei Dichtigkeit gebracht, welches durch Verlängern oder Verkürzen des Dachtes der Lampe B, so wie es die Umstände erfoderten, bewerkstelligt wurde. Als dieses geschehen war, und die Lampen nunmehr genau mit dem nemlichen Grade von Hellung brannten, wurde eine Scheibe von feinem, hellen, durchsichtigen, wohlpolirten Glase, wie man sich gewöhnlich zu Verfertigung der Spiegel bedient, senkrecht auf ein Stativ in eine schmale Rinne vor die Lampe B, in einer Entfernung von ungefähr einem Fuß davon, gesetzt, und zwar in solcher Stellung, daß das von jener ausgestrahlte Licht senkrecht durch die Mitte der Scheibe gehen mußte, um zum Felde des Photometers zu gelangen. Die Folge davon war, daß, da das Licht der Lampe B wegen seines Durchganges durch die Glasscheibe vermindert und geschwächt worden war, die Erleuchtungen der Schatten auf dem Felde des Photometers nun nicht länger gleich blieben, der Schatten, welcher der Lampe A korrespondirte, jetzt von dem Lichte der Lampe B weniger erleuchtet wurde, da im Gegentheil der der Lampe B korrespondirende Schatten durch das ungeschwächte Licht der Lampe A erhellet werden mußte.

Um genau den vollen Betrag dieser Lichtverminderung der Lampe B zu bestimmen, (welches der Haupt-

punkt bei dieſem Verſuche war) konnte nichts beſſer und nöthiger gethan werden, als die Lampe näher nach dem Felde des Photometers zu bringen, ſo lange bis ihr durch das Glas fallendes Licht mit dem direkten Lichte der Lampe A ins Gleichgewicht kommen würde; oder, mit andern Worten, bis die Gleichheit der Schatten hergeſtellt worden war. Ich fand, daß dieſes wärklich ſtatt hatte, wenn die Lampe von 100 Zollen bis zu einer Entfernung von 90,2 Zoll vom Felde des Photometers gebracht wurde.

Jetzt, da ſchon gezeigt worden iſt, daß ſich die Intenſitäten der Lichter wie die Quadrate ihrer Entfernungen vom Felde des Photometers verhalten, wo die Erleuchtungen auf dieſem Felde gleich ſind, iſt es klar, daß das Licht der Lampe B bei dieſem Verſuche wegen ſeines Durchganges durch die Glasſcheibe in einem Verhältniſſe von $\overline{100^2}$ zu $\overline{90{,}2^2}$, oder wie 1 zu ,8136 vermindert worden war; ſo daß nicht mehr als ,8136 Theile des Lichtes, welche auf das Glas fielen, ihren Weg durch daſſelbe fanden; die andern 1864 Theile giengen verloren oder wurden zerſtreut.

Um mich ſelbſt zu überzeugen daß die Lampen immer noch fortfuhren, die nemlichen Quantitäten von Licht auszuſtrahlen, wie zu Anfange des Verſuches, entfernte ich jetzt die Glasſcheibe, und fand, daß die Gleichheit der Schatten wiederum her-

geſtellt war, wenn die Lampe B zu ihrem vorigen Standpunkt, nemlich 100 Zoll vom Felde des Photometers, zurückgebracht wurde.

Ich wiederhohlte dieſen Verſuch nicht weniger, als zehnmal, und fand den Verluſt von Licht, bei ſeinem Durchgange durch die Glastafel, nach einer Mittelzahl aller Verſuche 1973 Theile der ganzen, darauf gefallenen Quantität; die Abweichungen in den Reſultaten dieſer Verſuche blieben zwiſchen ,1720 und ,2108.

In vier Verſuchen mit einer andern Tafel der nemlichen Sorte von Glas betrug der Verluſt von Licht ,1836; ,1732; ,2056; und ,1853; Mittelzahl ,1869.

Wenn beide Scheiben dieſes Glaſes zugleich vor die Lampe B geſtellt wurden, doch ſo, daß ſie einander nicht berührten, und man ließ das Licht durch ſie hindurch fallen, ſo betrug der Lichtverluſt bei vier Verſuchen ,3089; ,3259; ,3209; und ,3180; Mittelzahl ,3184.

Mit einer andern Glasſcheibe der nemlichen Art, allein ein wenig dünner, betrug der mittlere Verluſt an Licht unter vier Verſuchen ,1813.

Mit einer ſehr dünnen, reinen Scheibe von hel-

lem, weißen und farbenfreien Fenſterglas, nicht geſchliffen, betrug der Verluſt an Licht bei vier Verſuchen ,1324; 1218; ,1213; und 1297; das Mittel daraus ,1263. Wenn der Verſuch mit dieſer nemlichen Glastafel angeſtellt wurde, wo ſie etwas blind war, zeigte ſich der Lichtverluſt mehr, als verdoppelt.

Könnte dieſer Apparat nicht mit vielem Nutzen von dem Optikus gebraucht werden, um den Grad der Durchſichtigkeit des Glaſes zu beſtimmen, das er verarbeiten will, und ſeine Wahl beim Einkauf dieſes, in ſeinem Geſchäfte ſo wichtigen Handelsartikels beſtimmen?

Bei Anſtellung dieſer Verſuche kann man ſich einen großen Theil von Mühe erſparen, denn es iſt nie nöthig, die beiden Lampen A und B zu einem Grade von Hellung zu bringen; alles, was man zu thun hat, iſt, die Schatten zu einerlei Grad von Dichtigkeit zu bringen, und zwar einmal mit, und das anderemal ohne Glas; alsdann notirt man ſich die Entfernung der Lampe B in beiden Fällen (da die Lampe A unbeweglich auf ihrem Platze bleibt); denn die relative Quantität von verlorenem Lichte wird jederzeit genau durch das Verhältniß der Quadrate dieſer Entfernungen zu einander angezeigt werden, die relative Hellung, mit welcher die beiden Lampen brennen, mag übrigens ſeyn, welche ſie will. Der Ver-

ſuch iſt freilich überraſchender, und die daraus gezogenen Folgen fallen mehr in die Augen, wenn man macht, daß beide Lampen mit gleicher Flamme brennen; auſſerdem hat aber dieſe Gleichheit keinen weſentlichen Vortheil.

Von dem Verluſte an Licht, bei deſſen Reflexion von der Oberfläche eines ebenen Glasſpiegels.

Bei dieſen Verſuchen war das Verfahren faſt das nemliche, wie bei den eben erwähnten. Die mit hellen, reinen und ſtetigen Flammen brennenden Lampen A und B wurden vor das Feld des Photometers geſtellt, und eine derſelben ſolange rückwärts und vorwärts bewegt, bis die Erleuchtungen der Schatten auf dem Felde des Inſtrumentes genau gleich befunden wurden. Nachdem hierauf die Entfernung der Lampe B angemerkt oder aufgeſchrieben war, wurde dieſe entfernt, und ein Spiegel an ihre Stelle gebracht, allein näher an das Feld des Photometers, und dann die Lampe ſo dirigirt, daß ihre Strahlen, indem ſie auf den Mittelpunkt des Spiegels fielen, gegen das Feld des Photometers reflektirt wurden, wo, durch Näherrücken oder Entfernen vom Spiegel, die Erleuchtung des Feldes durch dieſe zurückgeworfenen Strahlen endlich ins Gleichgewicht mit der Erleuchtung der Normallampe gebracht war; alsdann maß man die Entfernung der

Lampe vom Zentrum des Spiegels, und die Entfernung von hier an bis zum Mittelpunkte des Feldes ſehr genau und ſchrieb ſie nieder.

Dieſe beiden Entfernungen, zuſammen addirt, geben die wirkliche Entfernung, durch welche die Strahlen giengen, um auf das Feld des Photometers zu gelangen.

Jetzt, da jederzeit ein Verluſt von Licht bei der Reflexion ſtatt findet, iſt klar, daß die reflektirten Strahlen geſchwächt auf das Feld des Photometers fallen müſſen, und daß, um dieſes Feld durch dieſe zurückgeworfenen Strahlen eben ſo ſtark zu erleuchten, als es durch die direkten Strahlen der nemlichen Lampe erleuchtet war, dieſe dem Felde näher gebracht werden mußte. Man ſieht gleichfalls ein, nach dem, was ſchon hierüber geſagt worden, daß das Verhältniß der Quadrate dieſer Entfernungen der Lampe, wenn ihre Strahlen direkt gehen, und wenn ſie auffallen, nachdem ſie zurückgeworfen worden ſind, bis ſie das Feld des Inſtrumentes gleichfalls eben ſo ſtark erleuchten, ein genaues Maaß von dem Verluſte des Lichtes bei der Reflexion abgiebt.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Reſultate von fünf Verſuchen mit einem kleinen, aber äußerſt vortreffichen, von Ramsden verfertigten Glasſpiegel.

Dieſer Spiegel, welcher zu einem optiſchen Inſtru-
nente gehört, das ich mir vor ungefähr zwölf Jahren
n London verfertigen ließ, iſt 7 Zoll lang, und 5½
reit, und ich halte ihn für ſo vollkommen, als irgend
in Glasſpiegel von dieſer Größe noch war.

Um die Vergleichung der Reſultate der Verſuche
u erleichtern, wurde die Lampe B zu Anfang eines
eden Verſuches (wenn die Intenſität ihrer direkten
Strahlen, mit der Intenſität der Normallampe vergli-
hen war), in eine Entfernung von 100 Zoll geſetzt,
nd dann die Normallampe nach Umſtänden bewegt,
m eine Gleichheit der Schatten hervorzubringen.

Versuche.	Der Einfalles-Winkel.	Entfernung des Mittelpunktes des Spiegels von dem Mittelpunkte des Feldes.	Entfernung der Lampe vom Mittelpunkte des Spiegels.	Wirkliche Entfernung der Lampe, oder Länge der reflektirten Strahlen.	Licht, was bei der Reflexion verloren gegangen.
		Zoll.	Zoll.	Zoll.	Theile.
1	60°	40	40,8	80,8	,3472
2	85°	—	41,	81,	,3439
3	45°	—	41,5	81,5	,3358
4	60°	—	39,5	79,5	,3680
5	70°	—	40,5	80,5	,3520

hundert Zoll von diesem Instrumente, und das Licht von B wurde zu der nemlichen Intensität, wie das von A, oder die Schatten zu einerlei Dichtigkeit gebracht, welches durch Verlängern oder Verkürzen des Dachtes der Lampe B, so wie es die Umstände erfoderten, bewerkstelligt wurde. Als dieses geschehen war, und die Lampen nunmehr genau mit dem nemlichen Grade von Hellung brannten, wurde eine Scheibe von einem, hellen, durchsichtigen, wohlpolirten Glase, wie man sich gewöhnlich zu Verfertigung der Spiegel bedient, senkrecht auf ein Stativ in eine schmale Rinne vor die Lampe B, in einer Entfernung von ungefähr einem Fuß davon, gesetzt, und zwar in solcher Stellung, daß das von jener ausgestrahlte Licht senkrecht durch die Mitte der Scheibe gehen mußte, um zum Felde des Photometers zu gelangen. Die Folge davon war, daß, da das Licht der Lampe B wegen seines Durchganges durch die Glasscheibe vermindert und geschwächt worden war, die Erleuchtungen der Schatten auf dem Felde des Photometers nun nicht länger gleich blieben, der Schatten, welcher der Lampe A korrespondirte, jetzt von dem Lichte der Lampe B weniger erleuchtet wurde, da im Gegentheil der der Lampe B korrespondirende Schatten durch das ungeschwächte Licht der Lampe A erhellet werden mußte.

Um genau den vollen Betrag dieser Lichtverminderung der Lampe B zu bestimmen, (welches der Haupt-

Lichte der Lampe A ins
de; oder, mit andern W
Schatten hergeſtellt word
ſes würklich ſtatt hatte,
len bis zu einer Entfern
des Photometers gebrad

Jetzt, da ſchon ge
Intenſitäten der Lichter
fernungen vom Felde de
die Erleuchtungen auf d
klar, daß das Licht der
wegen ſeines Durchgan
einem Verhältniſſe von
zu ,8136 vermindert w
als ,8136 Theile des L
fielen, ihren Weg durch
1864 Theile giengen ve

Um mich ſelbſt z
yen immer noch fortfu

geſtellt war, wenn die Lampe B zu ihrem vorigen Standpunkt, nemlich 100 Zoll vom Felde des Photometers, zurückgebracht wurde.

Ich wiederholte dieſen Verſuch nicht weniger, als zehnmal, und fand den Verluſt von Licht, bei ſeinem Durchgange durch die Glastafel, nach einer Mittelzahl aller Verſuche 1973 Theile der ganzen, darauf gefallenen Quantität; die Abweichungen in den Reſultaten dieſer Verſuche blieben zwiſchen ,1720 und ,2108.

In vier Verſuchen mit einer andern Tafel der nemlichen Sorte von Glas betrug der Verluſt von Licht ,1836; ,1732; ,2056; und ,1853; Mittelzahl ,1869.

Wenn beide Scheiben dieſes Glaſes zugleich vor die Lampe B geſtellt wurden, doch ſo, daß ſie einander nicht berührten, und man ließ das Licht durch ſie hindurch fallen, ſo betrug der Lichtverluſt bei vier Verſuchen ,3089; ,3259; ,3209; und ,3180; Mittelzahl ,3184.

Mit einer andern Glasſcheibe der nemlichen Art, allein ein wenig dünner, betrug der mittlere Verluſt an Licht unter vier Verſuchen ,1813.

Mit einer ſehr dünnen, reinen Scheibe von hel-

Könnte dieſer
von dem Optikus g
Durchſichtigkeit de
arbeiten will, und
ſeinem Geſchäfte ſo
men?

Bei Anſtellun
einen großen Theil
nie nöthig, die b
Grade von Hellung
thun hat, iſt, die E
tigkeit zu bringen,
anderemal ohne Gl
Entfernung der La
Lampe A unbeweglic
die relative Quantit
derzeit genau durch

ch iſt freilich überraſchender, und die daraus gezogenen
lgen fallen mehr in die Augen, wenn man macht,
ß beide Lampen mit gleicher Flamme brennen;
ſſerdem hat aber dieſe Gleichheit keinen weſentlichen
ortheil.

on dem Verluſte an Licht, bei deſſen Reflexion von der Oberfläche eines ebenen Glasſpiegels.

Bei dieſen Verſuchen war das Verfahren faſt das
mliche, wie bei den eben erwähnten. Die mit hellen,
inen und ſtetigen Flammen brennenden Lampen A
d B wurden vor das Feld des Photometers geſtellt,
d eine derſelben ſolange rückwärts und vorwärts be-
gt, bis die Erleuchtungen der Schatten auf dem
lde des Inſtrumentes genau gleich befunden wurden.
achdem hierauf die Entfernung der Lampe B ange-
rkt oder aufgeſchrieben war, wurde dieſe entfernt,
d ein Spiegel an ihre Stelle gebracht, allein näher
das Feld des Photometers, und dann die Lampe ſo
rigirt, daß ihre Strahlen, indem ſie auf den Mittel-
nkt des Spiegels fielen, gegen das Feld des Photo-
ters reflektirt wurden, wo, durch Näherrücken oder
ntfernen vom Spiegel, die Erleuchtung des Feldes
rch dieſe zurückgeworfenen Strahlen endlich ins
leichgewicht mit der Erleuchtung der Normallampe
bracht war; alsdann maß man die Entfernung der

gewandt. Nachdem der Verſuch mit aller nur möglichen Sorgfalt angeſtellt worden war, ſchien bei der Erzeugung der nemlichen Quantität von Licht die Conſumtion von Baum- oder Olivenöl zu der von Rüböl ſich zu verhalten, wie 129 zu 125.

Da der Verſuch ſpäterhin mit Olivenöl und ſehr reinem Leinöle wiederholt wurde, ſchien die Conſumtion des Baumöles zu dem letztern ſich wie 129 zu 120 zu verhalten.

Als der Verſuch zweimal mit Olivenöl und einem Talglichte angeſtellt wurde; einmal, wenn das Licht durch öfteres Putzen beſtändig im größten Grade ſeiner Hellung erhalten wurde, und das andere mal, wenn man es die ganze Zeit über mit einem ziemlich trüben Lichte brennen ließ, das aus dem Mangel an Geputztwerden entſprang; ſo zeigten ſich ſehr merkwürdige Reſultate bei dieſen Verſuchen.

Wenn das Licht mit einer hellen glänzenden Flamme brannte, verhielt ſich die Conſumtion des Oliven-öles zu der des Talges, wie 129 zu 101; wenn jedoch das Licht nur trübe brannte, verhielt ſich die Oelconſumtion zu der Talgconſumtion, wie 129 zu 220, ſo, daß es aus dieſem letzteren Verſuche erſchien, daß das Talg, ſtatt faſt eben ſo lichterzeugend bei ſeiner Verbrennung zu ſeyn, wie Bienenwachs, wie ſich ſolches erwieß, wenn man das Licht immer wohl geputzt erhielt, nunmehr, als man es mit einer dunkeln und

trüben Flamme brennen ließ, weit weniger Licht, als das Oel, erzeugte.

Das iſt aber noch nicht alles; was noch auſſerordentlicher erſcheint, iſt, daß das nemliche Licht, wenn es mit einer langen Schnuppe und einem trüben Lichte brannte, in der That mehr Talg verzehrte, als wenn es gut geputzt, mit einer hellen, glänzenden Flamme brannte, und faſt dreimal ſoviel Licht gab!

Um im Stande zu ſeyn, von den relativen Quantitäten des wirklich durch das Licht in beiden Verſuchen hervorgebrachten Lichtes urtheilen zu können, iſt genug, zu wiſſen, daß, um dieſes Licht auf dem Felde des Photometers ins Gleichgewicht zu ſetzen, dieſes im erſtern Verſuche die Conſumtion von 141 Theilen, in dem letzteren blos die von 44 Theilen Olivenöl verlangte. Allein es fand ſich, daß beim erſtern Verſuche 110 Theile, und bei dem letztern 114 Theile Talg wirklich verzehrt worden waren. Dieſe Theile waren 8192 Theile eines hairiſchen Pfundes.

Aus den Reſultaten aller der vorhergehenden Verſuche ergiebt ſich, daß die relativen Koſten der, unten erwähnten entzündlichen Subſtanzen ſich bei der Erzeugung einer gewiſſen gegebenen Quantität van Licht, folgendermaßen verhalten.

		Gleiche Theile an Gewicht.
Bienenwachs.	Ein gutes, wohl geputzt erhaltenes, und mit heller, glänzender Flamme brennendes Wachslicht — —	100
Talg.	Ein gutes, wohl geputzt erhaltenes, und mit heller Flamme brennendes Talglicht — —	101
	Das nemliche Talglicht, sehr trübe brennend, weil es nicht geputzt wurde —	229
Olivenöl.	In einer Argandiſchen Lampe gebrannt — —	110
	Das nemliche, in einer gewöhnlichen Lampe, mit einer hellen, reinen Flamme o ne Rauch, gebrannt —	129
Rüböl.	Auf die nemliche Weiſe gebrannt — —	125
Leinöl.	Gleichfalls auf dieſe Art gebrannt — —	120

Es würde mir ſehr angenehm geweſen ſeyn, wenn ich den Verſuch auch noch mit Fiſchthran hätte vornehmen können; allein in dem Lande, wo ich mich eben aufhielt (Baiern), war keiner zu bekommen.

Mit der vorstehenden Tabelle und dem Preiscourante der darinn aufgeführten Artikel, kann man die relativen Lichtwerthe, die durch diese verschiedenen Materiale hervorgebracht werden, sehr bald berechnen.

Das Licht eines Wachslichtes, zum Beispiel, kostet zu München gerade neunmal mehr, als die nemliche Quantität von Licht, die erzeugt wird, wenn man Rüböl in einer Argandischen Lampe brennt.

Von der Durchsichtigkeit der Flamme.

Um die Durchsichtigkeit der Flamme, oder das Maaß des Widerstandes zu bestimmen, welchen diese dem Durchgange von fremden und ausserhalb befindlichen Licht entgegensetzt, setzte ich, der Normallampe gegenüber, zwei brennende, wohl geputzte Wachslichter vor das Photometer. Ich stellte diese sehr nahe zusammen, bald neben einander, und bald in einer geraden Linie hinter einander, und fand, daß, wenn ihre Entfernungen von dem Felde des Photometers die nemlichen blieben, die Intensität der Erleuchtung, allem Anscheine nach, die nemliche war, das eine dieser Lichter mochte nun seine Strahlen durch die Flamme des andern gehen lassen, oder nicht. Das nemliche fand statt, wenn der Versuch mit drei, oder selbst mit vier Lichtern, statt zweien, angestellt wurde.

Die Hellung, 1
verbreitet, iſt nicht all
die Erfindung iſt auch
das Inſtrument zu ma
indeß noch von ſeinen
Erleuchtungsmaſchine
wiſſen, ob ſie mehr Li
Verhältniß zu de
Dieſen Punkt beſtimm

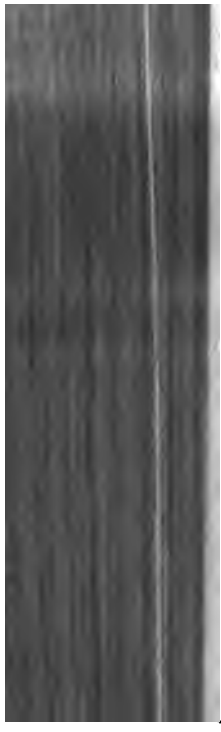
Nachdem ich ein
größten Glanze brenn
mein Photometer gebr
ſehr vortreffliche geme
migen, etwa einen Zol
die mit heller und rei
mindeſte Erſcheinung v
fand ich, daß ſich die
zu einander, wie 179

fernung von 95,2 Zoll, vom Felde des Photometers gestellt wurde.

Nachdem beide Lampen, ehe sie angezündet worden, genau gewogen worden waren, ließ ich sie nun, (ohne von ihren Plätzen vor dem Photometer entfernt zu werden,) mit der nemlichen Hellung gerade 30 Minuten brennen. Hierauf wurden sie ausgelöscht, wo sich fand, daß die Argandische Lampe $\frac{253}{1707}$, und die gewöhnliche Lampe $\frac{163}{1707}$ eines baierischen Pfundes, Oel verzehrt hatten.

Da sich nun die Quantität des, von der Argandischen Lampe in diesem Versuche hervorgebrachten Lichtes zu der, die die gemeine Lampe hervorbrachte, wie 17956 zu 9063, oder 187 zu 100 verhält; während die Quantität des von der erstern verzehrten Oeles, zu der von der letztern verzehrten nur in dem Verhältnisse von 253 zu 163, oder wie 155 zu 100 steht, so ist es klar, daß die, durch Verbrennung einer gegebenen Quantität von Oel, von einer Argandischen Lampe hervorgebrachte Lichtmenge größer ist, als dieselbe, wenn sie in einer gemeinen Lampe brennt, und das Verhältniß kann wie 187 zu 155 oder wie 100 zu 83 ausgedrückt werden.

Die Ersparniß des Oeles, welche beim Gebrauche einer Argandischen Lampe, in Vergleich mit dem her-



weit indeß die Vo
Umſtänden, durc
werden, welche de
begleiten, will ich

Von den relative
einer Argandiſ

Ich habe ein
angeſtellt, um di
allgemeine Reſulte
Argandiſche, mit
nende Lampe un
neun gute Wa
Qualität der Lich
und das von derſe
ſchwankend, daß
wiſſen Grade von
gemeines Wachslic
müſſe. Ich fand e

on den Schwankungen des, durch Kerzenlichter ausgeſtrahlten Lichtes.

Um zu beſtimmen, wie hoch ſich die gewöhnlichen ariationen in der Quantität des, von einem gewöhnhen Wachslichte ausgeſtrahlten Lichtes belaufen möch-, nahm ich ein ſolches Licht, und ſetzte es, nachdem angezündet worden, vor das Photometer, und eine rgandiſche Lampe gegen über, welche mit einer ſehr eichförmigen Flamme brannte. Nachdem ich die Inſität des, durch das Wachslicht ausgeſtrahlten Lichs von Zeit zu Zeit, eine Stunde lang gemeſſen hatte, abei das Wachslicht gelegentlich, ſo bald es Noth at, geputzt wurde, ſo fand ſich, daß deſſen Licht von o bis ungefähr 60 variirte. Das Licht einer Wachsrze von geringerer Qualität war noch weit ungleicher, ein auch dieß war noch unbedeutend, im Vergleich it den Ungleichheiten des Lichtes eines Talglichtes.

Ein gemeines Talglicht, von einer ziemlich geinn Qualität, was mit ſeinem größten Glanze brannte, gte ſein Licht bei 100 ſtehend; nach elf Minuten r dieſes nur bei 39. Nachdem hierauf noch acht Miten vorbei gegangen waren, war dieſes Licht bis auf herabgeſunken, und noch zehn Minuten darüber, r, neunundzwanzig Minuten, nachdem es zuletzt putzt worden war, war ſein Licht bis auf 16 allen. Als es hierauf wieder geputzt wurde, ſtieg

Talg, Oliv
bei der

Um die re
und Oliven- od
der Erzeugung
auf folgende W
Wachslicht von
gefähr vier Zoll
eine Lampe mit
aus einer Probe
tität von Licht,
letzteres sehr ge
setzte beide in g
das Feld des Ph
cher Zeit anzün
nemlichen Grade
Stunde gebra
wog sie zum zwei
Theile Wachs u

enwachs zu der vom Baumöl, bei der Er-
g der nemlichen gegebenen Quantität
icht, wie 100 zu 129 verhält.

bei diesem Versuche war kein Umstand vernach-
worden, welcher zur Entscheidung des Resulta-
tragen konnte. Es wurde dafür gesorgt, die
sehr öft zu putzen, und zwar mit einer scharfen
e, um sie beständig in einerlei Grade von Glanz
ilten; und das Licht der Lampe war, während
ganzen Zeit, mit dem Lichte der Wachskerze im
sten Gleichgewichte gehalten worden. Dieses
leicht bewerkstelligt werden, wenn man nur
mständen eines oder mehrere der fünf gleichen
etwas mehr oder weniger herauszog. Diese
, welche in einer geraden Linie gestellt waren,
eine, von dem mittleren Dochte auf die Mitte
ldes im Photometer gezogene Linie senkrecht
hatten ungefähr $\frac{1}{15}$ eines Zolles im Durchmes-
ind waren einen Viertelszoll von einander ent-
Wenn sie angezündet waren, bildeten ihre
gten Flammen eine einzige, breite, dünne
hr helle weiße Flamme, ohne den mindesten

m die relative Consumtion von Olivenöl und
bei der Erzeugung von Licht zu bestimmen, wur-
ei Lampen, den eben beschriebenen ähnlich, an

vorgebrachten Lichte ſtatt findet, iſt daher, gegen ein gewöhnliche Lampe gehalten, augenſcheinlich. Und es ergiebt ſich aus dieſem Verſuche, daß dieſe Erſparniß nicht weniger als 15 Procent betragen kann. Wie weit indeß die Vortheile der Erſparniß, unter gewiſſen Umſtänden, durch die Unbequemlichkeiten aufgewogen werden, welche den Gebrauch dieſer verbeſſerten Lampe begleiten, will ich hier nicht zu beſtimmen wagen.

Von den relativen Quantitäten von Licht, die aus einer Argandiſchen Lampe und einem Wachslichte ausſtrahlen.

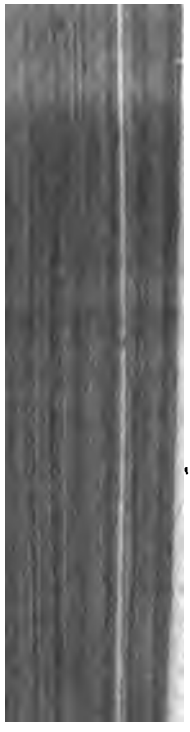
Ich habe eine anſehnliche Menge von Verſuchen angeſtellt, um dieſen Punkt zu beſtimmen, und das allgemeine Reſultat davon iſt dieß, daß eine gemeine Argandiſche, mit ihrer gewöhnlichen Helligkeit brennende Lampe ungefähr eben ſo viel Licht giebt, als neun gute Wachslichter. Allein die Größe und Qualität der Lichtkerzen iſt ſo unendlich verſchieden, und das von derſelben Kerze hervorgebrachte Licht ſo ſchwankend, daß es äußerſt ſchwer iſt, mit einem gewiſſen Grade von Genauigkeit zu beſtimmen, was ein gemeines Wachslicht ſey, und wie viel es Licht liefern müſſe. Ich fand einmal, daß meine Argandiſche Lampe, wenn ſie mit dem größten Glanze brannte, zweimal ſoviel Licht gab, als ein gutes Wachslicht von $\frac{3}{4}$ Zolles im Durchmeſſer, aber niemals mehr.

trüben Flamme brennen ließ, weit weniger Licht, als das Oel, erzeugte.

Das iſt aber noch nicht alles; was noch auſſerordentlicher erſcheint, iſt, daß das nemliche Licht, wenn es mit einer langen Schnuppe und einem trüben Lichte brannte, in der That mehr Talg verzehrte, als wenn es gut geputzt, mit einer hellen, glänzenden Flamme brannte, und faſt dreimal ſoviel Licht gab!

Um im Stande zu ſeyn, von den relativen Quantitäten des wirklich durch das Licht in beiden Verſuchen hervorgebrachten Lichtes urtheilen zu können, iſt genug, zu wiſſen, daß, um dieſes Licht auf dem Felde des Photometers ins Gleichgewicht zu ſetzen, dieſes im erſtern Verſuche die Conſumtion von 141 Theilen, in dem letzteren blos die von 44 Theilen Olivenöl verlangte. Allein es fand ſich, daß beim erſtern Verſuche 110 Theile, und bei dem letztern 114 Theile Talg wirklich verzehrt worden waren. Dieſe Theile waren 8192 Theile eines hairiſchen Pfundes.

Aus den Reſultaten aller der vorhergehenden Verſuche ergiebt ſich, daß die relativen Koſten der, unten erwähnten entzündlichen Subſtanzen ſich bei der Erzeugung einer gewiſſen gegebenen Quantität von Licht, folgendermaaßen verhalten.



Talg.

Olivenöl.

Rüböl.

Leinöl.

Mit der vorſtehenden Tabelle und dem Preiscou-
nte der darinn aufgeführten Artikel, kann man die
lativen Lichtwerthe, die durch dieſe verſchiedenen
ateriale hervorgebracht werden, ſehr bald berechnen.

Das Licht eines Wachslichtes, zum Beiſpiel, ko-
t zu München gerade neunmal mehr, als die
mliche Quantität von Licht, die erzeugt wird, wenn
an Rüböl in einer Argandiſchen Lampe brennt.

Von der Durchſichtigkeit der Flamme.

Um die Durchſichtigkeit der Flamme, oder das
aaß des Widerſtandes zu beſtimmen, welchen dieſe
m Durchgange von fremden und auſſerhalb befindli-
en Licht entgegenſetzt, ſetzte ich, der Normallampe
genüber, zwei brennende, wohl geputzte Wachslich-
r vor das Photometer. Ich ſtellte dieſe ſehr nahe
ſammen, bald neben einander, und bald in einer
raden Linie hinter einander, und fand, daß, wenn
re Entfernungen von dem Felde des Photometers
e nemlichen blieben, die Intenſität der Erleuchtung,
lem Anſcheine nach, die nemliche war, das eine die-
r Lichter mochte nun ſeine Strahlen durch die Flamme
s andern gehen laſſen, oder nicht. Das nemliche
nd ſtatt, wenn der Verſuch mit drei, oder ſelbſt mit
er Lichtern, ſtatt zweien, angeſtellt wurde.

Versuche.	Der Einfalles-Winkel.	Entfernung des Mittelpunktes des Spiegels von dem Mittelpunkte des Feldes.	Entfernung der Lampe vom Mittelpunkte des Spiegels.	Wirkliche Entfernung der Lampe, oder Länge der reflektirten Strahlen.	Licht, was bei der Reflexion verloren gegangen.
		Zoll.	Zoll.	Zoll.	Theile.
1	60°	40	40,8	80,8	,3472
2	85°	—	41,	81,	,3439
3	45°	—	41,5	81,5	,3358
4	60°	—	39,5	79,5	,3680
5	70°	—	40,5	80,5	,3520

: und der Sonne, wo ich ſogleich fand, daß die
ıme des Lichtes gänzlich verſchwand. Es war eben
nothwendig, um die Flamme unſichtbar zu ma-
, daß man ſie beſtimmt zwiſchen das Auge und
Sonnenkörper bringen mußte; ſondern es war zu
:n Endzwecke ſchon hinreichend, ſie in die Nach-
haft der Sonne zu bringen, wo das Licht ſehr
war: ſelbſt in einer Lage, wo das Licht nicht ſo
war, daß es das Auge ſo ſehr blendete, daß die-
nicht mehr im Stande geweſen wäre, die Kerze
: und das Docht ſehr genau zu unterſcheiden, ſelbſt
war nicht die mindeſte Spur von Flamme mehr
:blicken, obſchon das Licht die ganze Zeit über ſehr
aſt brannte.

Von den relativen Quantitäten des verzehrten Oeles und ausgeſtrahlten Lichtes bei einer Argandiſchen Lampe und einer Lampe nach der gewöhnlichen Einrichtung, mit einem bandförmigen Dochte.

Die Hellung, welche eine Argandiſche Lampe verbreitet, iſt nicht allein ohne ihres Gleichen, ſondern die Erfindung iſt auch im höchſten Grade ſinnreich, und das Inſtrument zu manchen Zwecken ſehr nützlich; um indeß noch von ſeinen wirklichen Verdienſten als einer Erleuchtungsmaſchine zu urtheilen, war es nöthig, zu wiſſen, ob ſie mehr Licht, als eine andere Lampe, in Verhältniß zu dem verbrauchten Oele gebe. Dieſen Punkt beſtimmte ich auf folgende Weiſe.

Nachdem ich eine wohlgeputzte, und mit dem größten Glanze brennende Argandiſche Lampe vor mein Photometer gebracht, und gegen ihr über eine ſehr vortreffliche gemeine Lampe, mit einem bandförmigen, etwa einen Zoll breiten Dochte, geſtellt hatte, die mit heller und reiner Flamme brannte, ohne die mindeſte Erſcheinung von Rauch oder Dampf zu geben, fand ich, daß ſich die Intenſitäten dieſer beiden Lichter zu einander, wie 17956 zu 9063 verhielten. Die Dichtigkeiten der Schatten waren einander gleich, wenn die Argandiſche Lampe in eine Entfernung von 134 Zoll, die gewöhnliche Lampe aber in die Ent-

fernung von 95,2 Zoll, vom Felde des Photometers geſtellt wurde.

Nachdem beide Lampen, ehe ſie angezündet worden, genau gewogen worden waren, ließ ich ſie nun, (ohne von ihren Plätzen vor dem Photometer entfernt zu werden,) mit der nemlichen Hellung gerade 30 Minuten brennen. Hierauf wurden ſie ausgelöſcht, wo ſich fand, daß die Argandiſche Lampe $\frac{2}{3}\frac{5}{1}\frac{3}{0}\frac{}{7}$, und die gewöhnliche Lampe $\frac{1}{1}\frac{0}{5}\frac{6}{0}\frac{3}{2}$ eines baieriſchen Pfundes, Oel verzehrt hatten.

Da ſich nun die Quantität des, von der Argandiſchen Lampe in dieſem Verſuche hervorgebrachten Lichtes zu der, die die gemeine Lampe hervorbrachte, wie 17956 zu 9063, oder 187 zu 100 verhält; während die Quantität des von der erſtern verzehrten Oeles, zu der von der letztern verzehrten nur in dem Verhältniſſe von 253 zu 163, oder wie 155 zu 100 ſteht, ſo iſt es klar, daß die, durch Verbrennung einer gegebenen Quantität von Oel, von einer Argandiſchen Lampe hervorgebrachte Lichtmenge größer iſt, als dieſelbe, wenn ſie in einer gemeinen Lampe brennt, und das Verhältniß kann wie 187 zu 155 oder wie 100 zu 83 ausgedrückt werden.

Die Erſparniß des Oeles, welche beim Gebrauche einer Argandiſchen Lampe, in Vergleich mit dem her-

vorgebrachten Lichte ſtatt findet, iſt daher, gegen eine gewöhnliche Lampe gehalten, augenſcheinlich. Und es ergiebt ſich aus dieſem Verſuche, daß dieſe Erſparniß nicht weniger als 15 Procent betragen kann. Wie weit indeß die Vortheile der Erſparniß, unter gewiſſen Umſtänden, durch die Unbequemlichkeiten aufgewogen werden, welche den Gebrauch dieſer verbeſſerten Lampe begleiten, will ich hier nicht zu beſtimmen wagen.

Von den relativen Quantitäten von Licht, die aus einer Argandiſchen Lampe und einem Wachslichte ausſtrahlen.

Ich habe eine anſehnliche Menge von Verſuchen angeſtellt, um dieſen Punkt zu beſtimmen, und das allgemeine Reſultat davon iſt dieß, daß eine gemeine Argandiſche, mit ihrer gewöhnlichen Helligkeit brennende Lampe ungefähr eben ſo viel Licht giebt, als neun gute Wachslichter. Allein die Größe und Qualität der Lichtkerzen iſt ſo unendlich verſchieden, und das von derſelben Kerze hervorgebrachte Licht ſo ſchwankend, daß es äußerſt ſchwer iſt, mit einem gewiſſen Grade von Genauigkeit zu beſtimmen, was ein gemeines Wachslicht ſey, und wie viel es Licht liefern müſſe. Ich fand einmal, daß meine Argandiſche Lampe, wenn ſie mit dem größten Glanze brannte, zwölfmal ſoviel Licht gab, als ein gutes Wachslicht von $\frac{3}{4}$ eines Zolles im Durchmeſſer, aber niemals mehr.

Von den Schwankungen des, durch Kerzenlichter ausgeſtrahlten Lichtes.

Um zu beſtimmen, wie hoch ſich die gewöhnlichen Variationen in der Quantität des, von einem gewöhnlichen Wachslichte ausgeſtrahlten Lichtes belaufen möchten, nahm ich ein ſolches Licht, und ſetzte es, nachdem es angezündet worden, vor das Photometer, und eine Argandiſche Lampe gegen über, welche mit einer ſehr gleichförmigen Flamme brannte. Nachdem ich die Intenſität des, durch das Wachslicht ausgeſtrahlten Lichtes von Zeit zu Zeit, eine Stunde lang gemeſſen hatte, wobei das Wachslicht gelegentlich, ſo bald es Noth that, geputzt wurde, ſo fand ſich, daß deſſen Licht von 100 bis ungefähr 60 variirte. Das Licht einer Wachskerze von geringerer Qualität war noch weit ungleicher, allein auch dieß war noch unbedeutend, im Vergleich mit den Ungleichheiten des Lichtes eines Talglichtes.

Ein gemeines Talglicht, von einer ziemlich geringen Qualität, was mit ſeinem größten Glanze brannte, zeigte ſein Licht bei 100 ſtehend; nach elf Minuten war dieſes nur bei 39. Nachdem hierauf nach acht Minuten vorbei gegangen waren, war dieſes Licht bis auf 13 herabgeſunken, und noch zehn Minuten darüber, oder, neunundzwanzig Minuten, nachdem es zuletzt geputzt worden war, war ſein Licht bis auf 16 gefallen. Als es hierauf wieder geputzt wurde, ſtieg

die Hellung ſogleich zu ihrem urſprünglichen Glanz auf 100.

Von den relativen Quantitäten von Bienenwachs, Talg, Olivenöl, Rüböl und Leinöl, welche bei der Erzeugung von Licht verzehrt werden.

Um die relativen Quantitäten von Bienenwachs und Oliven- oder Baumöl zu beſtimmen, welche bei der Erzeugung von Licht verzehrt werden, verfuhr ich auf folgende Weiſe. Nachdem ich mir ein Stückchen Wachslicht von ,68 eines Zolles Durchmeſſer und ungefähr vier Zoll Länge ausgeſucht, alsdann aber auch eine Lampe mit fünf kleinen Dochten, welche, wie ich aus einer Probe gefunden hatte, die nemliche Quantität von Licht, wie das Wachslicht, gaben, wog ich letzteres ſehr genau, füllte die Lampe mit Oel, und ſetzte beide in gleicher Entfernung (40 Zoll weit) vor das Feld des Photometers, worauf ich ſie dann zu gleicher Zeit anzündete. Nachdem ſie mit genau dem nemlichen Grade von Hellung gerade eine volle Stunde gebrannt hatten, löſchte ich ſie aus, und wog ſie zum zweitenmale, wo ich dann fand, daß 100 Theile Wachs und 129 Theile Oel verzehrt worden waren.

Hieraus ergiebt ſich, daß ſich die Conſumtion von

Bienenwachs zu der vom Baumöl, bei der Erzeugung der nemlichen gegebenen Quantität von Licht, wie 100 zu 129 verhält.

Bei diesem Versuche war kein Umstand vernachläſſigt worden, welcher zur Entscheidung des Resultates beitragen konnte. Es wurde dafür gesorgt, die Kerze sehr oft zu putzen, und zwar mit einer scharfen Scheere, um sie beständig in einerlei Grade von Glanz zu erhalten; und das Licht der Lampe war, während dieser ganzen Zeit, mit dem Lichte der Wachskerze im genauesten Gleichgewichte gehalten worden. Dieses konnte leicht bewerkstelligt werden, wenn man nur nach Umständen eines oder mehrere der fünf gleichen Dochte etwas mehr oder weniger herauszog. Diese Dochte, welche in einer geraden Linie gestellt waren, die auf eine, von dem mittleren Dochte auf die Mitte des Feldes im Photometer gezogene Linie senkrecht fielen, hatten ungefähr $\frac{1}{15}$ eines Zolles im Durchmesser, und waren einen Viertelszoll von einander entfernt. Wenn sie angezündet waren, bildeten ihre vereinigten Flammen eine einzige, breite, dünne und sehr helle weiße Flamme, ohne den mindesten Rauch.

Um die relative Consumtion von Olivenöl und Rüböl bei der Erzeugung von Licht zu bestimmen, wurden zwei Lampen, den eben beschriebenen ähnlich, an

gewandt. Nachdem der Verſuch mit aller nur möglichen Sorgfalt angeſtellt worden war, ſchien bei der Erzeugung der nemlichen Quantität von Licht die Conſumtion von Baum- oder Olivenöl zu der von Rüböl ſich zu verhalten, wie 129 zu 123.

Da der Verſuch ſpäterhin mit Olivenöl und ſehr reinem Leinöle wiederholt wurde, ſchien die Conſumtion des Baumöles zu dem letztern ſich wie 129 zu 120 zu verhalten.

Als der Verſuch zweimal mit Olivenöl und einem Talglichte angeſtellt wurde; einmal, wenn das Licht durch öfteres Putzen beſtändig im größten Grade ſeiner Hellung erhalten wurde, und das andere mal, wenn man es die ganze Zeit über mit einem ziemlich trüben Lichte brennen ließ, das aus dem Mangel an Geputztwerden entſprang; ſo zeigten ſich ſehr merkwürdige Reſultate bei dieſen Verſuchen.

Wenn das Licht mit einer hellen glänzenden Flamme brannte, verhielt ſich die Conſumtion des Olivenöles zu der des Talges, wie 129 zu 101; wenn jedoch das Licht nur trübe brannte, verhielt ſich die Oelconſumtion zu der Talgconſumtion, wie 129 zu 229, ſo, daß es aus dieſem letzteren Verſuche erſchien, daß das Talg, ſtatt faſt eben ſo lichterzeugend bei ſeiner Verbrennung zu ſeyn, wie Bienenwachs, wie ſich ſolches erwieß, wenn man das Licht immer wohl geputzt erhielt, nunmehr, als man es mit einer dunkeln und

trüben Flamme brennen ließ, weit weniger Licht, als das Oel, erzeugte.

Das iſt aber noch nicht alles; was noch auſſerordentlicher erſcheint, iſt, daß das nemliche Licht, wenn es mit einer langen Schnuppe und einem trüben Lichte brannte, in der That mehr Talg verzehrte, als wenn es gut geputzt, mit einer hellen, glänzenden Flamme brannte, und faſt dreimal ſoviel Licht gab!

Um im Stande zu ſeyn, von den relativen Quantitäten des wirklich durch das Licht in beiden Verſuchen hervorgebrachten Lichtes urtheilen zu können, iſt genug, zu wiſſen, daß, um dieſes Licht auf dem Felde des Photometers ins Gleichgewicht zu ſetzen, dieſes im erſtern Verſuche die Conſumtion von 141 Theilen, in dem letzteren blos die von 44 Theilen Olivenöl verlangte. Allein es fand ſich, daß beim erſtern Verſuche 110 Theile, und bei dem letztern 114 Theile Talg wirklich verzehrt worden waren. Dieſe Theile waren 8192 Theile eines hairiſchen Pfundes.

Aus den Reſultaten aller der vorhergehenden Verſuche ergiebt ſich, daß die relativen Koſten der, unten erwähnten entzündlichen Subſtanzen ſich bei der Erzeugung einer gewiſſen gegebenen Quantität von Licht, folgendermaaßen verhalten.

		Gleiche Theile an Gewicht.
Bienenwachs.	Ein gutes, wohl geputzt erhaltenes, und mit heller, glänzender Flamme brennendes Wachslicht — —	100
Talg.	Ein gutes, wohl geputzt erhaltenes, und mit heller Flamme brennendes Talglicht — —	101
	Das nemliche Talglicht, ſehr trübe brennend, weil es nicht geputzt wurde —	229
Olivenöl.	In einer Argandiſchen Lampe gebrannt — —	110
	Das nemliche, in einer gewöhnlichen Lampe, mit einer hellen, reinen Flamme ohne Rauch, gebrannt —	129
Rüböl.	Auf die nemliche Weiſe gebrannt — —	125
Leinöl.	Gleichfalls auf dieſe Art gebrannt — —	120

Es würde mir ſehr angenehm geweſen ſeyn, wenn ich den Verſuch auch noch mit Fiſchthran hätte vornehmen können; allein in dem Lande, wo ich mich eben aufhielt (Baiern), war keiner zu bekommen.

Mit der vorstehenden Tabelle und dem Preiscourante der darinn aufgeführten Artikel, kann man die relativen Lichtwerthe, die durch diese verschiedenen Materiale hervorgebracht werden, sehr bald berechnen.

Das Licht eines Wachslichtes, zum Beispiel, kostet zu München gerade neunmal mehr, als die nemliche Quantität von Licht, die erzeugt wird, wenn man Rüböl in einer Argandischen Lampe brennt.

Von der Durchsichtigkeit der Flamme.

Um die Durchsichtigkeit der Flamme, oder das Maaß des Widerstandes zu bestimmen, welchen diese dem Durchgange von fremden und ausserhalb befindlichen Licht entgegensetzt, setzte ich, der Normallampe gegenüber, zwei brennende, wohl geputzte Wachslichter vor das Photometer. Ich stellte diese sehr nahe zusammen, bald neben einander, und bald in einer geraden Linie hinter einander, und fand, daß, wenn ihre Entfernungen von dem Felde des Photometers die nemlichen blieben, die Intensität der Erleuchtung, allem Anscheine nach, die nemliche war, das eine dieser Lichter mochte nun seine Strahlen durch die Flamme des andern gehen lassen, oder nicht. Das nemliche fand statt, wenn der Versuch mit drei, oder selbst mit vier Lichtern, statt zweien, angestellt wurde.

Ich ließ mir ſogar eine Lampe mit neun runden Dochten verfertigen, die in horizontaler Linie, und gerade ſo weit von einander angebracht wurden, als nöthig war, um ihre Flammen zu verhindern, daß ſie ſich nicht vereinigten; weiter aber nicht. Und ich fand nach wiederholten Verſuchen mit dieſer Lampe, daß das Reſultat faſt ganz das nemliche, wie mit den Wachslichtern war; die Intenſität der Erleuchtung auf dem Felde des Photometers war faſt ganz die nemliche, man mochte dieſe neun Lichter nun ſo ſtellen, daß ſie einander deckten und durchgiengen, oder nicht.

Ich fand jedoch ſpäterhin Mittel, die ſehr große Durchſichtigkeit der Flamme durch einen weit einfacheren Verſuch zu beweiſen. Da ich vermuthete, daß der einzige Grund, warum Körper durch eine Scheidewand von lebendiger Flamme nicht ſichtbar ſeyen, darin läge, daß das Licht der Flamme das Auge ſo affizirte, daß dieſes gegen das ſchwächere Licht, welches von dahinter angebrachten Gegenſtänden ausgeſtrahlt oder zurückgeworfen wird, unempfindlich würde, ſo ſahe ich wohl ein, daß ein ſehr ſtarkes Licht nicht nur durch eine ſchwache Flamme ſichtbar werden müſſe, ſondern auch (da alle durchſichtigen Körper unſichtbar ſind), daß es vielleicht dieſe Flamme gänzlich verſchwinden machen könnte. Um dieſes auszumachen, nahm ich ein angezündetes Licht, an einem Mittage, wo die Sonne mäßig hell ſchien, und hielt es zwiſchen meinem

Auge und der Sonne, wo ich sogleich fand, daß die Flamme des Lichtes gänzlich verschwand. Es war eben nicht nothwendig, um die Flamme unsichtbar zu machen, daß man sie bestimmt zwischen das Auge und den Sonnenkörper bringen mußte; sondern es war zu diesem Endzwecke schon hinreichend, sie in die Nachbarschaft der Sonne zu bringen, wo das Licht sehr stark war: selbst in einer Lage, wo das Licht nicht so stark war, daß es das Auge so sehr blendete, daß dieses nicht mehr im Stande gewesen wäre, die Kerze selbst und das Docht sehr genau zu unterscheiden, selbst hier war nicht die mindeste Spur von Flamme mehr zu erblicken, obschon das Licht die ganze Zeit über sehr lebhaft brannte.

Beſchreibung der Kupfertafeln.

(Tafel VII und VIII.)

Tafel VIII. Fig. 1.

Dieſe zeigt einen Plan, oder vielmehr einen Grundriß von dem Photometer auf ſeinem Geſtelle, nebſt den zu dieſen gehörigen Seitenſtücken, den langen und ſchmalen Bretern, auf welchen die Schieber laufen, welche die Lichter tragen. a, b, c, d, e, f, g, h, i, k, iſt der Grundriß des Photometers, im engeren Sinne, welches aus einem hölzernen Käſtchen beſteht, das ſowohl außen als innwendig ſchwarz angeſtrichen iſt, und zwei hervorſtehende, horizontale, vierſeitige Röhren c, f, g, h, und i, k, a, b, hat, durch welche das Licht hineingelaſſen wird. Derjenige Theil der Figur, welcher innerhalb der drei geraden Linien g, h, — h, i, — und i, k, und der krummen Linie k, g, eingeſchloſſen iſt, ſtellt bloß einen Vorſprung des Bretes vor, wel-

ches den Boden des Kaſtens bildet. Es hat keinen beſtimmten Nutzen, und dient bloß dazu, dem Inſtrumente eine elegantere Form zu geben.

Punktirte Linien, welche durch die Axen der beiden horizontalen, vorhin erwähnten Röhren, gerade auf die Oberfläche einer vertikalen Scheibe, gehen, welche aus einem Stücke Tafelglas, mit weißem Papiere überzogen, beſteht, und das Feld des Inſtrumentes bildet, auf welchem die Schatten abgebildet werden.

Zwei kleine Zirkel, durch welche dieſe Linien gehen, ſtellen den Grundriß der beiden Metallzylinder dar, die ſchwarz angeſtrichen ſind, und wodurch die Schatten auf das Feld des Photometers geworfen werden. An der einen Seite eines jeden dieſer Zylinder iſt ein vorſtehender Flügel, von dem auf der Abbildung ein Grundriß zu ſehen iſt.

Ein jeder der kleinen Zirkel, welche die Grundriſſe oder Horizontaldurchſchnitte dieſes Zylinders vorſtellen, iſt von einem andern Zirkel umgeben, der ungefähr dreimal ſo groß iſt, und eine flache, horizontale, runde Platte von Meſſing, ungefähr $\frac{1}{10}$ eines Zolles dick andeutet, auf welcher der Zylinder ſteht, und an welche er auch feſt gelöthet wird. Dieſe Platten ſind auf eine längliche Horizontalplatte von Meſ-

ſing geſtellt, durch welche die Zylinder, die unter den runden Platten durchgehen, in zwei, in die längliche Platte gebohrte Löcher eingepaßt worden ſind.

Das untere Ende eines jeden dieſer Zylinder, welche durch den Boden des hölzernen Kaſtens gehen, der den Hauptheil des Photometers ausmacht, ſpringt noch einen Zoll weiter nach unten hervor, und wird durch eine Flügelmutter befeſtigt. (Man ſieht dieß deutlich an der zweiten Figur eben dieſer Tafel.)

Dieſe Flügelmuttern dienen auch dazu, die Zylinder um ihre Axen zu drehen, welches gelegentlich geſchiehet, um die Schatten der beiden Zylinder, welche auf das Feld des Inſtruments geworfen werden, zu einerlei Breite zu bringen. Die Art, auf welche dieſes geſchieht, wird daraus deutlich werden, wenn wir in Erwägung ziehen, daß, ſo lange als der vertikale Flügel, welcher an jedem der Zylinder befindlich iſt, in deſſen Schatten liegen bleibt, er der Breite dieſes Schattens, welcher ſich auf der Vertikalfläche, die das Feld des Photometers darſtellt, abbildet, nichts zugeben kann, daß jedoch, ſobald man den Zylinder um ſeine Axe dreht, dieſer Flügel aus jenen Schatten heraustritt, und alsdann der letztere an der einen Seite, auf dem Felde vergrößert werden muß. Auf dieſe Weiſe können die Breiten dieſer zwei zu vergleichenden Schatten zu allen Zeiten gleich gemacht werden; und dieſes muß

ſeyn, damit ihre Intenſitäten mit größerer Leichtigkeit und Genauigkeit verglichen werden können. So oft als die beiden Lichter, welche die Gegenſtände der Unterſuchung ſind, in verſchiedene Entfernungen von dem Felde des Photometers geſetzt werden, müſſen die beiden Schatten der zwei gleichen Zylinder ohne Beihülfe der daran befindlichen Flügel, allmählig eine ungleiche Breite erhalten. Die Verbeſſerung, welche hier beſchrieben worden iſt, wurde deswegen aus der alleinigen Abſicht angebracht, um dieſe Schatten immer in gleiche Größe zu bringen.

l, m, n, (auf eben dieſer Figur) ſind die drei ſtarken Füße, welche das Photometer tragen, und auf einer runden Tafel, auf welcher das eine Ende von jedem der langen ſchmalen Breter ruht, zwiſchen denen ſich die Scheibe befindet, worauf die Lichter geſtellt werden. In jedem dieſer Füße befindet ſich eine Schraube (die deutlicher auf der zweiten Figur abgebildet iſt,) mittelſt deren der Pfeiler oder das Stativ, das das Photometer trägt, in eine genau vertikale Lage gebracht werden kann.

Ein Grundriß von einem Theile eines der langen und ſchmalen Breter oder Lineale, (das der rechten Hand) iſt auf dieſer Figur zu ſehen; auch zeigt ſich ein Theil des Schiebers, welcher die Lichter bewegt, bei o, p, q, r.

Eben ſo erblickt man auch den Oberthell der Rolle, und die darüber weggehende Schnur, welche den Schieber zieht, auf welchem die Lichter ſtehen. Der Platz, welchen das (dem Photometer zunächſt liegende) eine Ende dieſer Lineale, einnimmt, iſt durch die punktirten Linien t, u, w, x, angedeutet worden. Der Ort des ſtarken Zapfens, der durch ein Loch, zu ſeiner Aufnahme beſtimmt, durchgeht, iſt im Grundriſſe bei s abgebildet, man ſieht dieſen Zapfen ſehr deutlich, bei ss in der zweiten Figur der nemlichen Tafel.

1, 2, 3 bei Figur 1 und 2 ſind drei ſtarke Streben, welche zur Unterſtützung und Feſthaltung der Säule dienen, auf deren Spitze der Photometer geſtellt worden iſt.

t iſt bei der erſten und zweiten Figur eine ſtarke Tafel, auf welcher das eine Ende von jedem der langen, ſchmalen Bretter ruht. Dieſe runde Tafel, durch deren Mittelpunkt die Säule des Photometers hindurchgeht, wird durch einen ſtarken, an dieſem Stativ angebrachten Sims unterſtützt, und ruht auf demſelben.

Das Käſtchen des Photometers iſt auf ſeinem Träger oder Säule mittelſt einer Nuß und Pfanne feſtgemacht. Auf der zweiten Figur iſt dieſer Kaſten

geöffnet vorgestellt, welches mittelst dreier hölzernen Thüren, oder vielmehr Schiebefenster a, b, und c, geschieht. Durch die Oeffnung von a zur linken, und von c zur rechten Seite wird das Licht in das Photometer gelassen, — und das in der Mitte bei b wird geöffnet, um die Schatten, die auf das Feld des Instruments geworfen worden sind, zu beobachten.

Die von diesen drei Schiebefenstern eingenommenen Stellen auf dem Grundrisse des Photometers, (siehe die erstere Abbildung,) sind folgende: das erste (a), füllt die Oeffnung von a bis k aus. Das zweite (b), die von f bis g; und das dritte (c), die von i bis h.

Fig. 3.

Diese Figur stellt einen Plan oder vielmehr einen Grundriß des ganzen Apparates, nach einem verkleinerten Maaßstabe gezeichnet, vor.

a ist das Kästchen des Photometers, welches hier so abgebildet ist, als wenn es mit seinem hölzernen Deckel oder Klappe von oben her verschlossen wäre.

b und c sind die beiden Schieber, auf welche die Lichter gestellt werden, die zum Gegenstande der Untersuchung dienen sollen. Es gehört zu jedem dieses

Schieber ein bewegliches Obertheil, wodurch, auf eine gleich zu beſchreibende Weiſe, dieſelben höher oder tiefer geſtellt werden können. Auf dieſe Plattformen und nicht auf die Schieber ſelbſt, kommen die Lichter eigentlich zu ſtehen; und da ſie herauf und hinunter beweglich ſind, ſo können die zu vergleichenden Lichter ohne viele Mühe genau auf die nämliche Höhe gebracht werden, welches immer nothwendig iſt. Jedes der Stücken Bret, welche dieſe Deckel oder Plattformen bilden, hat drei Löcher, in welche drey zylindriſche Pfeiler paſſen, die auf dem Boden des Schiebers befindlich, und ſehr feſt an ihn angemacht ſind. Die Plattform wird an dieſe drei Pfeiler in einer gewiſſen Höhe über dem Schieber, mittelſt dreier horizontalen Schrauben befeſtigt, welche man ſo machen kann, daß ſie gegen die Pfeiler andrücken. Dieſe Schrauben werden in große hohle Knöpfe von Holz eingebracht, die an der Plattform gerade über den Löchern befeſtigt ſind, und zwar ſo, daß jeder Pfeiler durch einen dieſer Knöpfe mitten durch geht.

Einer dieſer Knöpfe nebſt dem Ende der Schraube, wodurch er an den Pfeiler befeſtigt wird, iſt auf dem Grundriſſe des Schiebers b, und ein anderer bei dem c, auf dieſer dritten Figur abgebildet. Der Grund, warum die andern zwei, zu dieſen Schiebern gehörigen Knöpfe nicht zu ſehen ſind, iſt der; daß ſie durch ein kleines flaches Stück Holz (das auf der

ihm mein Auge geheftet war, wär ich auch nicht einmal im Stande, anzugeben, wenn ſich das gelbe Glas vor der Lampe befand, und wenn nicht; und obgleich der Gehülfe oft in laute Ausrufungen über die ausgezeichnete Herrlichkeit, Schönheit und den Glanz der blauen Farbe des nemlichen Schattens ausbrach, den ich eben auch beobachtete, ſo konnte ich davon doch auch nicht die mindeſte Erſcheinung irgend einer Farbe entdecken. Sobald ich jedoch mein Auge von der Röhre entfernte, und den Schatten mit ſeinen ſämmtlichen benachbarten Umgebungen betrachtete — war der andere Schatten wirklich gelb, durch Wirkung des gelben Glaſes und des weißen Papieres, welches gleichfalls aus der nemlichen Urſache eine gelbliche Tinte angenommen hatte — erſchien mir der Schatten, von dem ich vorher ſprach, in der That ſo wie meinem Gehülfen von einer ſchönen blauen Farbe.

Wie weit uns dieſe Verſuche in den Stand ſetzen können, die ſcheinbare blaue Farbe des Himmels, und die große Mannichfaltigkeit der Farben zu erklären, welche die Wolken oftmals zieren: und was ferner noch für andere nützliche Bemerkungen daraus abgeleitet werden können, überlaſſe ich Optikern, Phyſikern und Mahlern, zu beſtimmen. Unterdeſſen, halte ich es für eine neue Entdeckung — wenigſtens iſt es unbezweifelt eine ſehr auſſerordentliche Thatſache —

Man ſieht auch an dieſer Figur, (der dritten auf Tafel VII.) und der folgenden, die Träger, welche diejenigen Enden der langen Breter tragen, die am weiteſten von dem Photometer entfernt ſind. Jeder dieſer Träger iſt mit zwei Schrauben verſehen, die auf der Figur deutlich angegeben ſind, und dazu dienen, die Breter in eine genaue horizontale Richtung zu bringen.

Tafel XIII. Fig. 4.

Dieſe Abbildung ſtellt einen Aufriß der ganzen Maſchine dar, nach der Direktion der Länge einer der langen Tafeln geſehen. Man denke ſich dieſe beiden langen Breter ſo geſtellt, daß das eine einen Winkel von 6° bildet, in welcher Lage ſie auch in letzter Figur vorgeſtellt wurden. Da bei der gegenwärtigen Abbildung ein Ende davon ſo vorgeſtellt wurde, als wenn es unmittelbar vor dem Geſtelle des Photometers ſtünde, ſo verdeckt der Schieber, der zu dieſem Lineale gehört, die Ausſicht auf den oberen Theil des Statives und den Kaſten des Photometers, und macht die Anſicht der Maſchine von dieſer Seite her auf der Kupfertafel eher verworren; allein man kann doch, bei genauerer Betrachtung, die einzelnen Theile gut unterſcheiden.

Die Plattformen, auf welche die Lichter geſtellt werden, ſind ſo vorgeſtellt, als ob ſie beide in einer ho-

rizontalen Höhe ſtünden, und alle ſechs hohlen Holzknöpfe kann man genau ſehen, wodurch ſie an die dünnen Pfeiler, welche ſie tragen, angemacht werden. Die Handhaben der Spindeln, mittelſt denen die Lichter vor und rückwärts durch einen Beobachter bewegt werden, der vor dem Photometer ſitzt, und auf die Schatten ſieht, ſind beide auf dieſer Figur dargeſtellt.

Man muß übrigens bei Anſtellung der Verſuche jederzeit Sorge tragen, daß man die beiden Lichter und den Mittelpunkt des Feldes des Photometers in die nemliche Fläche bringe.

Die Rahmen der langen Breter werden aus ſtarken tannenen Bretern verfertigt, und die beiden langen Breter, welche die beiden Seiten jedes Lineals bilden, müſſen an dem Ende, das nach dem Geſtelle des Photometers hin gerichtet iſt, ſchmäler gemacht ſeyn, wie man auf der Abbildung (Fig. 4. Taf. VIII.) ſehen kann.

Man thut dieſes, um dem Beobachter mehr Platz zu verſchaffen, wenn er vor dem Inſtrumente ſitzt, und die Schatten beobachtet. Die Handhaben der Spindeln ſind ſo angebracht, daß er in jede Hand mit Bequemlichkeit eine nehmen und umdrehen kann, während ſein Auge auf das Feld des Photometers gerichtet bleibt.

Damit das Gewicht w, wodurch die Schnur gehörig ausgeſpannt erhalten wird, an ihrem eigenen Platze immer bleibe, läßt man dieſe Schnur über zwei andere Rollen, bei a und b, gehen. Die Art und Weiſe, auf welche dieſe beiden Rollen wirken, läßt ſich aus einer bloßen Betrachtung der Figur ſchon abnehmen.

Die oberen Ende der beiden langen Breter, welche die innern Stücken der Rahmen der Lineale bilden, ſind in Fuße und Zolle getheilt, welches die Beſtimmung der Entfernungen des Lichtes vom Felde des Photometers außerordentlich erleichtert.

An den Enden dieſer langen Lineale erblickt man Nadeln, mittelſt welcher die Dräthe, in welchen die Schieber gleiten, ausgeſpannt werden.

VIII.

Nachricht

von

einigen Verſuchen,

über

gefärbte Schatten.

Nachricht
von
einigen Verſuchen,
über
gefärbte Schatten.

(Vorgeleſen in der königlichen Societät am 20 Febr. 1794.)

Während ich mit der Verfolgung meiner Verſuche über die Intenſitäten des Lichts beſchäftigt war, wurde ich durch eine ſehr ſchöne Erſcheinung überraſcht, welche ich damals für neu hielt. — Begierig nemlich, die Intenſität des Lichtes eines reinen Himmels am Tage mit der eines gewöhnlichen Wachslichtes zu vergleichen, verfinſterte ich mein Zimmer, und ließ das Tageslicht von Norden her (welches durch eine Oeffnung vom obern Theile des Fenſterladens kam) in einen Winkel

von ungefähr 70° auf einen Bogen sehr feines weißes Papier fallen; hierauf setzte ich ein brennendes Wachslicht so, daß seine Strahlen auf das nemliche Papier fielen, und, so weit als ich dieß rathen oder schätzen konnte, in die Reflexionslinie der Strahlen des Tageslichtes von aussen her. Hier wurde ich nun sehr überrascht, als ich einen Zylinder von Holz, ungefähr einen halben Zoll im Durchmesser, vor den Mittelpunkt des Papieres, und in eine Entfernung von ungefähr zwei Zollen ihrer Oberfläche stellte, und fand, daß von den zwei, auf das Papier durch den Zylinder geworfenen Schatten, statt bloße Schatten, ohne Farbe zu seyn, wie ich erwartete, sie zu finden, der eine, — nemlich der, welcher, mit den Strahlen des Tageslichtes korrespondirend, durch das Wachslicht erhellt wurde — gelb war; während der andere, der der Flamme des Wachslichtes korrespondirte — und folglich durch das Himmelslicht erhellt werden mußte, — die schönste blaue Farbe hatte, die man sich vorstellen kann. Diese Erscheinung, welche nicht nur unerwartet, sondern wirklich im höchsten Grade überraschend und herrlich war, fand ich bei wiederholten Proben, und nachdem ich den Versuch auf jede ordentliche Weise verändert hatte, so vollkommen beständig und gleichförmig, daß es absolut unmöglich ist, zwei Schatten zur nemlichen Zeit von demselben Körper hervorzubringen, deren einer einem Strahle von Tageslicht, und der andere dem

Licht einer Lampe oder Kerze entſpricht, ohne daß dieſe Schatten gefärbt wären, der eine gelb, und der andere blau.

Der Verſuch kann ſehr leicht, zu jeder Zeit, und faſt an jedem Orte, und ſelbſt von jeden angeſtellt werden, der auch nicht vorzüglich in experimentirenden Unterſuchungen geübt iſt. Man hat zu dieſem Endzwecke weiter nichts nöthig, als ein brennendes Licht in ein, am Tage verfinſtertes Zimmer zu bringen, und einen Laden etwas weniges, z. B. etwa einen halben oder drei, Viertel Zoll zu öffnen. Alsdann wird das Licht auf einen Tiſch geſetzt, oder einem Gehülfen zu halten gegeben, und zwar ſo, daß die Strahlen des Wachslichtes, die des Tageslichtes von auſſen, in einen Winkel von ungefähr 40°, auf der Oberfläche eines Bogens weißen Papieres treffen, welches in einer eigenen Richtung gehalten wird, um ſie aufzunehmen. Hält man ſodann irgend einen ſoliden, undurchſichtigen Körper, z. B. einen Zylinder, oder ſelbſt einen Finger vor das Papier, in einer Entfernung von zwei oder drei Zoll, ſo wirft dieſer zwei Schatten auf das Papier, wovon der eine blau, der andere gelb ausſehen wird.

Wenn man das Wachslicht näher nach dem Papiere bringt, ſo wird der blaue Schatten dunkler, und der gelbe allmählig matter und bläſſer werden; entfernt

fest stehen, so kann ...
in der Stärke der Tinten der
dadurch hervorbringen, wen
mehr oder weniger öffnet, u
Papiers von aussenher stärk
Durch jedes dieser Mittel ka
Schatten alle Gradationen
tiefsten bis zum hellsten, und so
Es ist nicht wenig unterhalten
mit allem Glanze der reinsten
Farben glühen, dann plötzl
von Schatten durchgehen,
vollkommenste Reinheit der
stärker oder schwächer werd
verschwinden, oder zurücke

Was die Ursachen der
betrifft, so ist kein Zweifel
denen Qualitäten des Lichte
erleuchtet werden; allein
wird mir nicht so deutlich

Es giebt für jede Farbe ohne Ausnahme, ihr
atten oder ihre Verbindung mag seyn, welche sie will,
andere, die in vollkommener Harmonie mit ihr
, ihre Ergänzung ausmacht, und ihr Begleiter
nnt werden kann. Man kann sie auf folgende
se erwecken. Man lasse weißes Licht durch ei-
gefärbten Körper gehen, oder, wenn dieser un-
hsichtig ist, davon zurückprallen; mit diesem so
zten, und dem reinen, weißen Lichte mache man
Versuch der zwei Schatten, und die Farbe-
d dann mit ihrem Begleiter zur Sei-
rscheinen.

Nach Versuchen dieser Art, welche leicht ange-
werden können, mögen Damen die Bänder zu
Kleidung auswählen; oder diejenigen, welche
ner verzieren, nach den Prinzipien der vollkom-
ken Harmonie und des reinsten Geschmackes, ihre
en anordnen.

Die Vortheile, welche Mahler aus einer Kenntniß
r Prinzipien der Harmonie der Farben ziehen kön-
stand zu einleuchtend, um noch einer Erläuterung
rfen. Bei einer sorgfältigen Untersuchung der W
r Meister in der Mahlerkunst wird sich erge
le häufig nach diesen Grundsätzen verfahren s
ich nicht wahrscheinlich seyn möchte, daß sie

die Schatten immer noch blau und gelb gefärbt erschienen. Der gelbe hatte zwar, es ist wahr, einen schmutzig purpurfarbenen Anstrich; allein der blaue, wiewohl er sich sehr wenig nach dem Grünen hinneigte, war nichts destoweniger von einer reinen, hellen, und schiedenen Farbe.

Ich hatte nun kein anderes gefärbtes Glas weiter zur Hand, um diese besondern Untersuchungen weiter zu treiben, ich entfernte daher die Lichter, und öffnete die beiden Löcher an dem obern Theile der Fensterläden zweier, nahe bei einander stehenden Fenster, wodurch ich von obenher zwei Lichtstrahlen in das Zimmer fallen machte, die von verschiedenen Punkten des Himmels herkamen, und setzte sodann das Instrument auf eine solche Art, daß durch den Zylinder zwei bestimmte Schatten auf das Papier geworfen wurden, wo ich bald durch eine Folge von sehr unterhaltenden Erscheinungen vergnügt wurde.

Die Schatten wurden durch unendliche Abwechselungen der unerwartetsten, und oft der schönsten Farben gefärbt, welche, stets abwechselnd, bisweilen langsam, bisweilen mit unglaublicher Schnelligkeit die Augen ordentlich bezauberten, und die strengste Aufmerksamkeit verlangten, aber auch ein neues Vergnügen gewährten.

Es war ein windiger Tag, mit häufig vorüberziehenden Wolken, an welchem diese Versuche angestellt wurden, und es schien, als ob jede vorüberziehende Wolke eine andere vollkommene Reihe von abwechselnden Tinten und äußerst harmonischen Farben mit sich brächte. Wenn irgend eine Farbe herrschend genannt werden kann, so ist es purpurfarb; allein alle die Abwechselungen von Braun, und beinahe sämmtlicher anderer Farben, die ich mich nur irgend erinnere gesehen zu haben, erschienen der Reihe nach, und es kamen sogar Farben darunter vor, welche mir völlig neu schienen.

Als ich über die große Mannichfaltigkeit dieser Farben nachdachte, die ich in den letztern Versuchen beobachtet hatte, und von denen mehrere nicht die geringste Beziehung auf die anscheinenden Farben des Lichtes hatten, durch welches sie hervorgebracht worden waren, so fieng ich an zu vermuthen, daß die Farben der Schatten, ungeachtet ihres anscheinenden Glanzes, in mehreren Fällen nur ein optischer Betrug seyn möchten, die dem Contraste oder einer Wirkung anderer, wirklicher, und benachbarter Farben auf das Auge, zugeschrieben werden müßten.

Um diesen Umstand durch einen direkten Versuch auszumachen, verfuhr ich auf folgende Weise. Ich hatte dafür gesorgt, indem ich mich, statt eines Zylin-

dens, eines flachen Lineales bediente, daß die Schatten weit breiter ausfielen. Jetzt ſchloß ich aus dem Zimmer alles Tageslicht heraus, und nahm mir vor, den Verſuch mit zwei wohl geputzten Argandiſchen Lampen zu unternehmen, welche beide mit der größtmöglichſten Hellung brennen mußten. Nachdem ich mich überzeugt hatte, daß das Licht, welches ſie ausſtrahlten, genau von der nemlichen Färbe war, weil ja die Schatten, die auf das Papier geworfen wurden, völlig Farbenfrei ausfielen, ſo richtete ich eine Röhre von ungefähr zwölf Zoll Länge und faſt einen Zoll im Durchmeſſer, die mit ſchwarzem Papiere ausgefüttert war, gegen das Zentrum von einem dieſer breiten Schatten; und indem ich jetzt mit dem einen Auge durch dieſe Röhre ſah, während das andere zugeſchloſſen blieb, hielt ich meine Aufmerkſamkeit auf den Schatten geſpannt, als ein Gehülfe fortwährend eine Scheibe gelbes Glas vor die Lampe ſtellte, deren Licht dem Schatten, den ich beobachtete, correſpondirte — und dieſe Scheibe eben ſo oft wieder entfernte.

Das Reſultat des Verſuches war ſehr überzeugend, und beſtätigte vollkommen meine Vermuthungen in Bezug auf die Träglichkeit mancher Erſcheinungen des vorhergehenden Experimentes.

So weit ich davon entfernt war, irgend eine Veränderung in dem Schatten wahrzunehmen, auf wel-

chen mein Auge geheftet war, war ich auch nicht einmal im Stande, anzugeben, wenn ſich das gelbe Glas vor der Lampe befand, und wenn nicht; und obgleich der Gehülfe oft in laute Ausrufungen über die ausgezeichnete Herrlichkeit, Schönheit und den Glanz der blauen Farbe des nemlichen Schattens ausbrach, den ich eben auch beobachtete, ſo konnte ich davon doch auch nicht die mindeſte Erſcheinung irgend einer Farbe entdecken. Sobald ich jedoch mein Auge von der Röhre entfernte, und den Schatten mit ſeinen ſämmtlichen benachbarten Umgebungen betrachtete — ward der andere Schatten wirklich gelb, durch Wirkung des gelben Glaſes und des weißen Papieres, welches gleichfalls aus der nemlichen Urſache eine gelbliche Tinte angenommen hatte — erſchien mir der Schatten, von dem ich vorher ſprach, in der That ſo wie meinem Gehülfen von einer ſchönen blauen Farbe.

Wie weit uns dieſe Verſuche in den Stand ſetzen können, die ſcheinbare blaue Farbe des Himmels, und die große Mannichfaltigkeit der Farben zu erklären, welche die Wolken oftmals zieren: und was ferner noch für andere nützliche Bemerkungen daraus abgeleitet werden können, überlaſſe ich Optikern, Phyſikern und Mahlern, zu beſtimmen. Unterdeſſen, halte ich es für eine neue Entdeckung — wenigſtens iſt es unbezweifelt eine ſehr auſſerordentliche Thatſache —

daß unſern Augen nicht immer zu trauen ſey, ſelbſt was die Gegenwart oder Abweſenheit von Farben anbetrifft.

Ich kann dieſe Abhandlung nicht ſchließen, ohne einen Umſtand zu bemerken, welcher mir bei allen meinen Verſuchen über gefärbte Schatten auſſerordentlich auffiel, — und dieſes iſt die ſo vollkommene Harmonie, welche jederzeit zwiſchen den Farben — was es auch für welche waren — der beiden Schatten ſtatt zu finden ſchien; und dieſe Harmonie erſchien mir am vollkommenſten und gefälligſten, wenn die Schatten von verſchiedenen Tinten von braun waren, als wenn einer eine blaue und der andere eine gelbe Farbe hatte. Kurz, die Harmonie dieſer Farben war in allen Fällen nicht nur äuſſerſt auffallend, ſondern auch die Erſcheinungen überall faſt bezaubernd; und ich fand nie jemanden, dem ich dieſe Verſuche wieß, deſſen Augen dadurch nicht wie vom Zauber geblendet geweſen wären. Es iſt indeſſen mehr als wahrſcheinlich, daß ein großer Theil des Vergnügens, welches die Verſuche den Zuſchauern verſchaffte, aus dem unaufhörlichen Wechſel der Farben — Tinten — und Schatten entſprang, mit welchem das Auge unterhalten, und die Aufmerkſamkeit wach erhalten wurde.

Wir ſind gewohnt, die Farben fixirt und unver-

änderlich zu ſehen, — ſo feſt als die ſoliden Körper, von denen ſie kommen, — und eben ſo unbeweglich, — folglich aber auch todt, unintereſſirend, und ermüdend für das Auge; — bei dieſen Verſuchen im Gegentheil iſt alles Bewegung — Leben — und Schönheit.

Es ſcheint mir ſehr wahrſcheinlich, daß eine weitere Verfolgung dieſer Verſuche über gefärbte Schatten, nicht allein zu einer Erkenntniß der wirklichen Natur der Harmonie der Farben, oder der beſonderen Umſtände führen könne, von welchen dieſe Harmonie abhängt; ſondern daß ſie auch im Stande ſeyn könnten, uns auf Ideen zu leiten, wie man wol Inſtrumente zur Hervorbringung dieſer Harmonie vorrichten könne, um das Auge zu ergötzen, auf eine ähnliche Art, wie man das Ohr durch muſikaliſche Töne unterhält. Ich weiß, daß zu dieſem Endzwecke ſchon Verſuche angeſtellt worden ſind; allein wenn ich die angewandten Mittel bedenke, ſo wundert es mich gar nicht, daß keiner gelang. Wo das mannichfaltige Steigen — die wogende Temperatur — das crescendo fehlen, da müſſen die Farben immer harte, kalte und unbelebte Maſſen bleiben.

Ich bin ſehr unzufrieden darüber, daß mir meine

gegenwärtigen ernsteren Beschäftigungen jetzt nicht verstatten, diese so sehr unterhaltenden Untersuchungen weiter zu verfolgen. Vielleicht finde ich einmal in der Zukunft Weile, sie wiederum vorzunehmen.

IX.

Vermuthungen

über die

Gründe

der

Harmonie der Farben.

Vermuthungen über die Gründe der Harmonie der Farben.

Seitdem ich die vorstehende Abhandlung schrieb, habe ich zu verschiedenen Zeiten den größten Theil der darin beschriebenen Versuche wiederholt, und eine große Menge anderer angestellt, um diesen merkwürdigen Gegenstand weiter zu verfolgen; und aus den Resultaten der Untersuchungen bin ich im Stande gewesen, einige Schlüsse und Muthmaßungen zu ziehen, die man vielleicht nicht ganz ohne Werth finden wird.

Wenn ein Strahl gefärbtes Licht irgend einer Art, und ein Strahl von weißem oder farbenlosem Lichte, von gleicher Intensität, die in verschiedenen Richtungen, und in gleichen Einfallswinkeln auf einer weißen, ebenen Fläche ankommen, diese Fläche zusammen erleuchten, so werden, wenn man einen soliden undurchsichtigen Körper irgend einer Art in jeden dieser Lichtstrahlen vor die erleuchtete Fläche auf solche Art setzt, daß die beiden Schatten dieser undurchsichtigen Körper, die sich auf der Ebene abbilden, nicht weit von einander zu stehen kommen, — die Intensitäten dieser Schatten gleich seyn, und sie werden beide gefärbt erscheinen, jedoch auf eine ganz verschiedene Art.

Der durch das gefärbte Licht erhellte Schatten wird die Farbe dieses Lichtes haben; — welches man auch natürlicherweise erwarten würde, wenn man noch nie vorher den Versuch gesehen hätte; — allein derjenige Schatten, welcher durch das farbenfreie Licht und durch dieses allein erleuchtet wird, wird, statt farbenfrei zu erscheinen, eben so tief, als der andere, jedoch von anderer Färbung erscheinen.

Die beiden, durch diese zwei Schatten dargestellten Farben scheinen in allen Fällen auf die vollkom-

eufte Weiſe mit einander zu harmoniren; oder, mit
deren Worten, den gefälligſten Gegenſatz für den
blick zu geben.

Dieſe beiden Farben ſind jederzeit von der Art,
ß, wenn man ſie innig zuſammen miſchen könnte,
s Reſultat dieſer Miſchung ein vollkommenes
eiß geben würde; — und da Weiß aus der Mi-
ung aller verſchiedenen Farben in einem gewiſſen
rhältniſſe entſpringt, ſo kann man die beiden Schat-
n ſo betrachten, als wenn ſie alle Farben in ihren
htigen Verhältniſſen enthielten; und man kann die
rbe des einen Schattens mit Recht die Ergänzung
s anderen nennen.

Zwei benachbarte Farben ſtehen dann, und dann
ein, in vollkommener Harmonie, wenn die innige
ſchung beider vollkommenes Weiß zum Vorſchein
ächte; und man ſieht daraus, daß, wenn zwei Far-
n harmoniren, zum wenigſten eine davon eine Ver-
ndung von mehreren oder, eine zuſammengeſetzte
rbe ſeyn müſſe.

Bei dem Verſuche der gefärbten Schatten iſt blos
eine durch den einen Schatten dargeſtellte Farbe

wirklich, und die des andern nur eingebildet, da sie ein optischer Betrug ist, der auf einem für uns unbekannten Wege durch die wirklich vorhandene Farbe, und die Wirkung der verschiedenen Lichter und Schatten verursacht wird. Die eingebildete Farbe, welche, wie man sehen kann, durch die andere wirkliche Farbe im Geiste hervorgerufen wird, scheint indessen nicht geringer zu stehen, wie die wirkliche Farbe, weder im Glanz, noch in der Deutlichkeit der Färbung.

Man kann zwar zwei harmonirende gefärbte Schatten ohne Unterschied hervorbringen, entweder mit der einen gegebenen Farbe, oder mit der andern, und weißem Lichte. Pinkroth (Nelkenroth) und Grün zum Beispiel sind harmonirende Farben, und zwei Schatten dieser beiden Farben gleich glänzend, können sowohl durch einen Strahl von Pinkroth gefärbtem Lichte, oder mit einem Strahle von grünen hervorgebracht werden, der sich mit einem weißen Strahle nach der oben angegebenen Art kreuzt.

Ein Strahl von gefärbtem Lichte kann leicht zu diesen Versuchen hervorgebracht werden, wenn man das weiße Licht durch gefärbtes Glas, oder irgend eine andere durchsichtige gefärbte Substanz durchgehen läßt.

Es giebt für jede Farbe ohne Ausnahme, ihr Schatten oder ihre Verbindung mag seyn, welche sie will, eine andere, die in vollkommener Harmonie mit ihr steht, ihre Ergänzung ausmacht, und ihr Begleiter genannt werden kann. Man kann sie auf folgende Weise erwecken. Man lasse weißes Licht durch einen gefärbten Körper gehen, oder, wenn dieser undurchsichtig ist, davon zurückprallen; mit diesem so gefaßten, und dem reinen, weißen Lichte mache man den Versuch der zwei Schatten, und die Farbe wird dann mit ihrem Begleiter zur Seite erscheinen.

Nach Versuchen dieser Art, welche leicht angestellt werden können, mögen Damen die Bänder zu ihrer Kleidung auswählen; oder diejenigen, welche Zimmer verzieren, nach den Prinzipien der vollkommensten Harmonie und des reinsten Geschmackes, ihre Farben anordnen.

Die Vortheile, welche Mahler aus einer Kenntniß dieser Prinzipien der Harmonie der Farben ziehen können, sind zu einleuchtend, um noch einer Erläuterung zu bedürfen. Bei einer sorgfältigen Untersuchung der Werke großer Meister in der Mahlerkunst wird sich ergeben, daß sie häufig nach diesen Grundsätzen verfahren sind, obgleich nicht wahrscheinlich seyn möchte, daß sie mit

der wissenschaftlichen Begründung ihrer Ausübung bekannt gewesen wären. Sie haben sicher Erscheinungen von Farben oder Tinten hervorgebracht, wenn ihr Gemälde in einem eigenen Lichte, und in einer eigenen Entfernung, die wir vergeblich auf der Leinwand suchen, betrachtet wurden. Man kann dieß mit Recht die „Magie des Colorits“ nennen, denn es ist in der That ein Erwecken, wie durch Zauberei, und bietet dem Blicke die reinsten und lebhaftesten Farben dar, die keine wirkliche Existenz haben.

Da der sehr natürliche Verdacht entstehen könnte, daß die, mittelst der Schatten hervorgerufenen Farben ihre Existenz etwas Besonderem im Schatten selbst verdanken, und daß ohne Schatten, nemlich mittelst gefärbter Pigmente, ähnliche Wirkungen nicht hervorgebracht werden könnten; so stellte ich, um allen Zweifel hierüber zu entfernen, folgenden entscheidenden Versuch an.

Ich hatte gefunden, daß, wenn ein Strahl von dunkelrothem Lichte, und ein Strahl von weißem oder farbenlosem, von gleicher Intensität auf einer ebenen weißen Fläche in verschiedenen Richtungen ankommen, und sie erleuchten, dann der blaue dem grünlichen sich nähernde Schatten durch den rothen hervorge-

ſen werde. Ich verſuchte daher, ob ich dieſen Verſuch durch ein gefärbtes Pigment nachahmen könnte.

In der Mitte des Bodens eines geräumigen Zimmers legte ich einen ſehr großen Bogen ſchwarzes Papier hin, und ſtellte in deſſen Mitte ein rundes Stück Zeichenpapier, welches ich, damit es die Stelle der erleuchteten Oberfläche, auf welcher die Schatten bei meinen Verſuchen abgebildet worden waren, vertreten möchte, mit einer ſolchen Miſchung von Mennige und gemeinem Bleiweiß (die beide fein gepülvert und wohl durcheinandergemiſcht waren) bedeckte und färbte, daß dadurch ſo viel als möglich dieſelbe Farbe hervorgebracht wurde, die eine, durch roth und weißes Licht erleuchtete Oberfläche hatte. Ich nahm hierauf zwei längliche Streifen von Zeichenpapier, jeden einen halben Zoll breit, und zwei Zoll lang; alsdann färbte ich den einen dieſer Streifen mit Mennige in Pulverform ſo ſtark, als irgend möglich, und bedeckte den andern mit einer Miſchung von Bleiweiß und Lampenruß, in ſolchem Verhältniſſe, daß die Quantitäten von Licht, die von dieſen zwei ſo zugerichteten Streifen zurückgeworfen wurden, gleich blieben. Jetzt ſetzte ich dieſe Streifen, ſo daß ſie einander berührten, auf die Mitte des runden Stückes Papier auf den Boden, wo ich, als ich mich ein paar Schritte zurückzog, und durch meine Hand mit dem einen Auge ſah, um alle anderen Gegenſtände zu entfernen, das

Vergnügen hatte, wahrzunehmen, daß, der mit grauem Pulver bedeckte Streif jetzt mit einer schönen, grünlichblauen Farbe erschien, während sich der andere von dem lebhaftesten Roth zeigte.

Dieser Versuch wurde zuerst in einem Gasthofe zu Florenz, im Jahre 1793 angestellt; und damit ich mich selbst überzeugte, daß meine Erwartungen mich nicht betrogen, und ich meinen Sinnen nicht etwas aufgeheftet hätte, rief ich zwei meiner Freunde, die in dem nemlichen Hause logirten, (Lord und Lady Palmerston) in das Zimmer herein, und fragte sie, ohne sie in das Geheimniß einzuweihen, mit einer angenommenen Gleichgültigkeit, welche von den beiden Farben, die sie in dem Mittelpunkte des runden Stückes Papier auf dem Boden sähen, sie für die glänzendste und lebhafteste hielten.

Nachdem sie einige Zeit darauf geblickt, und rund herum gegangen waren, um sie von verschiedenen Seiten her anzusehen, antwortete eins von ihnen, — „ich weiß nicht, welche ich für die lebhafteste halten soll. — Das Roth ist sehr lebhaft, und eben so das Blau. — Allein warum fragen sie uns dieß?"

Als ich ihnen sagte, daß gar kein Blau hier sey,

und daß das, was sie für Blau hielten, ein bloßer Betrug wäre, wollten sie mir dieses nicht glauben; wie erstaunten sie aber nicht, und überzeugten sich, daß das, was ich ihnen sagte, wahr sey, als sie bemerkten, daß, wie ich den rothen Streifen entfernte, dessen Begleiter, welcher liegen blieb, sogleich schwand, und seine Farbe verlor.

Bei Bemühungen, Farben auf diese Weise hervorzurufen, sind manche Vorsichtsmaaßregeln nothwendig, welchen man die sorgfältigste Aufmerksamkeit schenken muß, weil sonst der Versuch nicht gelingt. Man muß dafür sorgen, daß alles gefärbte Licht entfernt werde, wenn man die Streifen mahlt, und den von beiden präparirt, welcher die eingebildete Farbe liefern soll; man muß die Quantitäten von schwarzem und weißen Pulver, die man mischt, so genau zu einander abwägen, daß, wenn die Oberfläche des Streifens damit überzogen ist, die Quantität des, von demselben auf das Auge des Zuschauers reflektirten Lichtes genau dem gleich seyn müsse, das von der Oberfläche des andern, oder gemahlten Streifens reflektirt wird, denn diese Gleichheit ist zur Reinheit und Lebhaftigkeit der hervorgerufenen Farbe äußerst wesentlich nöthig. Diese Gleichheit kann jedoch nur durch wirkliche Proben mit einigen

Streifen von hellerem und tieferem Schatten gefunden werden. Den beſten Streifen wählt man alsdann.

Wenn Verſuche dieſer Art mit Oelfarben unternommen werden ſollen, ſo kommen einem hier noch andere und weit größere Schwierigkeiten in den Weg; denn das zur Bindung der Farben gebrauchte Oel vermindert in ſo beträchtlichem Grade ſowohl die Lebhaftigkeit, als die Reinheit des zurückgeworfenen Lichtes, daß man das, von einem Oelgemälde reflecktirte Licht nicht eben ſo lebhaft erwarten darf, als das durch Miſchung und Contraſte unbefleckter und brillanter Farben von reinem Lichte dargeſtellt wird.

Allein wenn es gleich für Mahler unmöglich werden kann, mit ihren unvollkommnen Farben Wirkungen hervorzubringen, die eine Vergleichung mit dieſen magiſchen Erſcheinungen aushalten, von denen hier Nachricht gegeben worden; ſo kann es doch keinem Zweifel unterworfen ſeyn, daß die Kenntniß dieſer Thatſachen, und der Theorie, woraus ſie erklärt werden, ihnen ſehr nützlich ſeyn könne.

Die Unmöglichkeit, durch irgend eine Miſchung von Mahlerfarben vollkommnes Weiß zuwege zu bringen, iſt ein Beweis von dem Mangel an Reinigkeit dieſer Farben, und von der Schwierigkeit,

mittelſt derſelben, Farben von den auffallenden Wirkungen hervorzubringen, welche bei Verſuchen mit reinen prismatiſchen Farben erzeugt werden können.

Einen ſehr wichtigen Vortheil können ohne Zweifel aber die Mahler von einer Kenntniß der Grundſätze der Harmonie der Farben ableiten: ſie wird ſie nemlich in den Stand ſetzen, nach gefunden phyſikaliſchen Begriffen ihre Farben ſo zu kontraſtiren, daß ſie ihren Gemälden dadurch einen großen Grad von Kraft und Lebhaftigkeit geben. Denn, wenn irgend eine, nemlich jede einfache oder zuſammengeſetzte Farbe ſolche Gewalt über benachbarte Gegenſtände hat, daß ſie einen benachbarten farbenloſen Schatten die Erſcheinung von Farbe annehmen läßt, ſo kann man nicht zweifeln, daß, wenn ſtatt eines Schattens eine wirkliche Farbe, faſt von der nemlichen Tinte und Schatten, wie die zu erweckende ihr zur Seite ſteht, dieſe Farben ſehr vortheilhaft erſcheinen, oder einen ungewöhnlichen Grad von Glanz und Stärke annehmen werden.

Die Wiſſenſchaft der Mahlerei iſt ein ſehr intereſſanter und artiger Gegenſtand für phyſikaliſche Unterſuchungen; und bis ſie mehr kultivirt wird, muß die färbende Kunſt immer noch ſehr dunkel, unvollkommen und ungewiß bleiben. Der Genius

wird verdammt ſeyn, ſeine Energie in langweiligen mechaniſchen Verſuchen zu verſchwenden, ſtatt gebraucht zu werden, wie es ſeyn ſollte, nemlich mit einem ſchnellen Pinſel die ſchöne Empfängniß einer erhabenen Einbildungskraft hinzuzeichnen.

X.

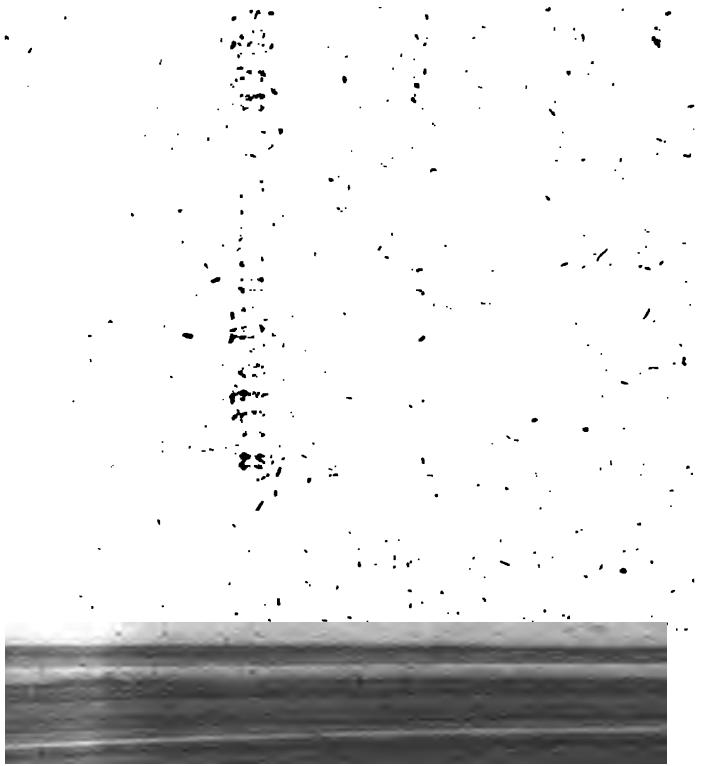
Eine Unterſuchung

über die

chemiſchen Eigenſchaften,

welche

dem Lichte zugeſchrieben worden ſind.



Eine Unterſuchung

über die

chemiſchen Eigenſchaften,

welche dem Lichte zugeſchrieben worden ſind.

(Vorgeleſen in der königlichen Sozietät am 14 Jun. 1798.)

Im zweiten Theile meines ſiebenten Verſuches (Eſſay; über die Fortpflanzung der Wärme durch Flüſſigkeiten), habe ich die Gründe angegeben, welche mich verleiteten, an der Exiſtenz der chemiſchen Eigenſchaften des Lichtes zu zweifeln, die dieſen beigemeſſen worden ſind, und zu ſchließen, daß alle dieſe ſichtbaren Veränderungen, welche an Körpern durch Ausſetzung der Wirkung

der Sonnenſtrahlen entſtehen, nicht durch eine chemiſche Verbindung der Lichtmaterie mit dieſen Körpern, ſondern allein durch die Wärme hervorgebracht werden, die durch das, von jenen Körpern eingeſogene Licht erzeugt oder erweckt wird.

Da die Entſcheidung dieſer Frage ein Gegenſtand von großer Wichtigkeit zur Erweiterung der Wiſſenſchaft, und zumal der Chemie iſt, und außerdem ſehr viel Intereſſantes und Merkwürdiges hat, ſo beſchäftigte ſie oft in leeren Stunden meine Gedanken. Ich habe viel Zeit mit der Einrichtung von Verſuchen zugebracht, aus deren unzweideutigen Reſultaten die Wahrheit aufgeklärt werden möchte. Obwohl ich nicht ſo glücklich in dieſen Bemühungen geweſen bin, als ich wohl wünſchen möchte, ſo kann ich doch nicht umhin, mir zu ſchmeicheln, daß eine Nachricht von den Reſultaten einiger meiner vorigen Verſuche für intereſſant genug gehalten werden könne, um die Aufmerkſamkeit derer zu verdienen, welche ſich mit Bearbeitung der Experimentalphyſik ein Vergnügen machen.

Ich hatte gefunden, daß Gold oder Silber durch die (dem Auge unſichtbare) Hitze geſchmolzen werden könnte, welche in der Luft, in einer Entfernung von mehr als einem Zolle über der Spitze der Flamme eines Wachslichtes vorhanden iſt. (Siehe mein ſiebentes Eſſay Part. II. p. 350). Ich war jetzt neugierig

zu wiſſen, welche Wirkung dieſe Hitze auf die Oxyde dieſer Metalle hervorbringen würde.

Erſter Verſuch.

Nachdem ich eine Auflöſung von feinem Golde in Königswaſſer bis zur Trockniß abgedampft hatte, löſte ich den Rückſtand in gerade ſoviel deſtillirtem Waſſer auf, als nöthig war, um die Auflöſung (die eine ſchöne gelbe Farbe hatte) zu verhindern, daß ſie ſich nicht cryſtalliſirte. Nachdem ich die Mitte eines Streifens von weißem Taffentband, ein und einen halben Zoll breit und acht Zoll lang, in dieſe Auflöſung getaucht hatte, hielt ich dieſes Band horizontal ausgeſpannt über die helle Flamme eines Wachslichtes; die untere Seite des Bandes war von der Spitze derſelben ungefähr anderthalb Zoll entfernt. Das Reſultat dieſes Verſuches war ſehr auffallend. Der Theil deſſelben, welcher gerade über der Spitze der Flamme ſtand, fieng faſt unmittelbar an, Dampf in dicken Wolken auszuſtoßen; und ungefähr nach zehn Sekunden war ein runder Fleck von etwa dreiviertel Zoll im Durchmeſſer beinahe trocken geworden, worauf plötzlich ein Fleck von ſehr ſchöner Purpurfarbe, die ſich dem Karmoſinroth näherte, in deſſen Mitte erſchien, und, indem es ſich mit Macht nach allen Seiten ausbreitete, nach ein oder zwei Sekunden mehr, faſt einen Zoll im Durchmeſſer bekam.

Als ich das Band bewegte, um es nach und nach an allen, mit der Auflöſung befeuchteten Theilen dem Strome von heißem Dunſte auszuſetzen, der von dem brennenden Lichte kam, ſo färbten ſich auch alle die Theile, welche auf jene Weiſe befeuchtet worden waren, mit der nemlichen Purpurfarbe.

Dieſe Farbe war von ungewöhnlichem Glanze, drang faſt ganz durch das Band durch, und ich fand den Fleck völlig unauslöſchbar. Ich verſuchte es, ihn auszuwaſchen; allein nichts, was ich darauf brachte, ſchien ſeine Lebhaftigkeit nur im geringſten zu vermindern. Die Färbung war nicht gleichförmig, ſondern wechſelte von einem leichten Karmoſinroth bis tief purpurfarb, das ſich dem Röthlichbraun näherte, ab.

Ich ſuchte nach Spuren von reduzirtem Golde in reguliniſcher Farbe und Geſtalt, allein vergeblich; allein, wiewohl ich nicht wahrnehmen konnte, daß das Band vergoldet ſey, hatte es doch ganz das Anſehn, als wenn es mit einer dünnen Decke von dem ſchönſten Purpuremaille überzogen wäre, welche in der Sonne einen Grad von Glanz hatte, der bisweilen blendend war.

Zweiter Verſuch.

Ein Stück von dem Bande, welches mit der

mittelſt derſelben, Farben von den auffallenden Wirkungen hervorzubringen, welche bei Verſuchen mit reinen priſmatiſchen Farben erzeugt werden können.

Einen ſehr wichtigen Vortheil können ohne Zweifel aber die Mahler von einer Kenntniß der Grundſätze der Harmonie der Farben ableiten: ſie wird ſie nemlich in den Stand ſetzen, nach gefunden phyſikaliſchen Begriffen ihre Farben ſo zu kontraſtiren, daß ſie ihren Gemälden dadurch einen großen Grad von Kraft und Lebhaftigkeit geben. Denn, wenn irgend eine, nemlich jede einfache oder zuſammengeſetzte Farbe ſolche Gewalt über benachbarte Gegenſtände hat, daß ſie einen benachbarten farbenloſen Schatten die Erſcheinung von Farbe annehmen läßt, ſo kann man nicht zweifeln, daß, wenn ſtatt eines Schattens eine wirkliche Farbe, faſt von der nemlichen Tinte und Schatten, wie die zu erweckende ihr zur Seite ſteht, dieſe Farben ſehr vortheilhaft erſcheinen, oder einen ungewöhnlichen Grad von Glanz und Stärke annehmen werden.

Die Wiſſenſchaft der Mahlerei iſt ein ſehr intereſſanter und artiger Gegenſtand für phyſikaliſche Unterſuchungen; und bis ſie mehr kultivirt wird, muß die färbende Kunſt immer noch ſehr dunkel, unvollkommen und ungewiß bleiben. Der Genius

ſchiedene Weiſe, indem ich bald Papier, bald feine Leinwand und bald feines Baumwollenzeug, ſtatt des ſeidenen Bandes nahm; allein es erzeugte ſich immer faſt die nemliche Färbung, was man auch für eine Subſtanz in die metalliſche Auflöſung getaucht haben mochte.

Aehnliche Verſuche, und mit ähnlichen Reſultaten, wurden eben ſo mit Stücken Band, Papier, Baumwolle, Leinwand u. ſ. w., die in einer wäſſrigen Auflöſung von ſalpeterſaurem Silber getaucht waren, unternommen; blos der Unterſchied fand dabei ſtatt, daß die bei dieſem Metalloxyde hervorgebrachte Färbung, ſtatt dunkelpurpurfarb, ſehr dunkel pomeranzengelb, oder vielmehr bräunlich gelb war.

Um zu entdecken, ob die purpurne Färbung bei den Verſuchen mit Goldoxyd, durch die, dem aufſteigenden Strome von heißem Dunſt beigeſellte Hitze, oder durch das Licht der Kerze mitgetheilt worden ſey, ſtellte ich nachfolgenden Verſuch an, deſſen Reſultat ich für entſcheidend halte.

Vierter Verſuch.

Ein Stück Band wurde mit der wäßrigen Auflöſung von Goldoxyd angefeuchtet, und ſenkrecht zur Seite der hellen Flamme eines brennenden Wachslich-

X.

Eine Unterſuchung

über die

chemiſchen Eigenſchaften,

welche

dem Lichte zugeſchrieben worden ſind.

dieſer Gläſer blieben offen. Beide wurden in ein Fenſter nach der Mittagsſeite hin geſtellt; das mit A bezeichnete, bloß den direkten Strahlen der hellen Sonne ausgeſetzt; B aber wurde in einen Zylinder von innen und auſſen ſchwarz gefärbter Pappe gebracht, und mit einem paſſenden Deckel verſehen, ſo, daß es auf dieſe Weiſe in völliger Finſterniß blieb.

In wenigen Minuten fieng das Band in dem Glaſe A an, ſeine Farbe merklich zu ändern, und in purpurfarbig überzugehen; und nach Verlauf von fünf Stunden, hatte es durchaus eine tiefe Karmoſinfarbe angenommen.

Das Glas B wurde im Fenſter in ſeinem dunkeln Zylinder drei Tage lang ausgeſtellt; allein es zeigte ſich auch nicht die geringſte Erſcheinung einer Veränderung von Farbe an der Seide.

Sechſter Verſuch.

Zwei kleine Portionen von Magneſia alba, in einem unfühlbaren Pulver (von jedem etwa halb ſoviel, als auf einem Schilling liegen konnte), wurden in Häufchen auf zwei Porzellanteller, A und B, geſetzt, und durch und durch mit der vorerwähnten wäßrigen Auflöſung von Goldoxyd getränkt. Ich ſtellte beide in das nemliche Fenſter; die angefeuchtete Erde auf dem

Teller A wurde den direkten Sonnenstrahlen ausgesetzt, während die, auf dem Teller B genau mit einer umgekehrten Obertasse bedeckt wurde, die alles Licht ausschloß.

Die Magnesia alba auf dem Teller A, welche dem starken Sonnenlichte ausgesetzt worden war, fing fast unmittelbar an, ihre Farbe zu ändern, und schwach violett auszusehen, welches Gradweise immer stärker und stärker wurde, und in wenigen Stunden in hochpurpurroth übergieng. Die auf dem Teller B, die im Finstern geblieben war, behielt die gelbliche Färbung, die es von der Auflösung erhalten hatte, ohne das mindeste Zeichen einer Veränderung.

Siebenter Versuch.

Nachdem eine kleine Portion von Magnesia alba, auf einem Porzellanteller mit der wäßrigten Goldauflösung angefeuchtet, und in einem dunkeln Gemache völlig getrocknet worden war, wurde es jetzt, in diesem trockenen Zustande der Wirkung der direkten Strahlen einer sehr glänzend scheinenden Sonne ausgesetzt.

Ich hatte es so über eine halbe Stunde gelassen, ehe mir ihre Farbe merklich geändert erschien;

nach Verlauf von drei Stunden hatte ſie jedoch eine ſchwache Violettfarbe angenommen.

Als ſie hierauf durch und durch mit deſtillirtem Waſſer angefeuchtet wurde, veränderte ſie ihre Farbe ſehr ſchnell, und wurde bald dunkelpurpurroth, dem karmoſin ſich nähernd.

Achter Verſuch.

Ein Stück weißes Taffentband, welches mit der Auflöſung befeuchtet, und im Finſtern völlig getrocknet worden war, wurde in einem reinen trockenen Glaſe, von großer Durchſichtigkeit, aufgehängt, und dieſes Glas, wohl zugeſtöpſelt, dem ſtärkſten hellen Sonnenlichte ausgeſetzt.

Nachdem das Band auf dieſe Weiſe der Wirkung der direkten Sonnenſtrahlen etwa eine halbe Stunde lang ausgeſetzt geweſen war, zeigten ſich hie und da einige ſchwache Erſcheinungen einer Farbenveränderung. Es zeigte ſich aber keine Neigung, in dunkelpurpurroth überzugehen, welche Farbe das Band jederzeit angenommen hatte, wenn es in den vorhergehenden Verſuchen dem Lichte ausgeſetzt worden war.

Als man das Band aus dem Glaſe herausnahm, und es völlig mit deſtillirtem Waſſer befeuchtete, hier-

auf aber, ſo angefeuchtet, den Sonnenſtrahlen wiederum ausſetzte, fieng es faſt augenblicklich an, ſeine Farbe zu ändern, und dunkelpurpurroth zu werden. Allein, ob ich gleich das Band mit der allergrößten Sorgfalt, und einer guten Lupe unterſuchte, ſowohl während dem Verſuche, als auch nachher, ſo konnte ich doch auch nicht die kleinſte Spur von wiederhergeſtelltem Golde entdecken, noch ſahe ich irgend einen Rückſtand, der hätte anzeigen können, daß es in der That reduzirt worden ſey.

Dieſer Verſuch wurde verſchiedenemale wiederholt, und immer mit Reſultaten, die mich beſtimmen mußten, zu ſchließen, (was in der That vernünftig war, zu erwarten), daß das Licht wenig Wirkung hat, die Farben der Metalloxyde zu verändern, ſo lange, als letztere ſich in einem Zuſtande von Kryſtalliſation befinden.

Die Wärme, welche durch die Abſorption der Lichtſtrahlen erzeugt wird, muß nothwendiger Weiſe im Augenblicke ihrer Erzeugung zum wenigſten, in faſt unendlich kleinen Räumen vorhanden ſeyn; und folglich kann ſie auch blos in Körpern, die unbegreiflich klein ſind, dauernde Wirkungen hervorbringen, die in irgend einem Grade ihre auſſerordentliche Intenſität verrathen.

Vielleicht ſind die im Waſſer aufgelößten Goldpartikelchen von dieſer Dimenſion. und es iſt ſehr merkwürdig, daß die bei einigen meiner Verſuche auf weißem Bande, mittelſt einer wäßrigen Auflöſung von Goldoxyd hervorgebrachten Farben, genau die nemlichen ſind, als bei Emaillirern durch die ſtarke Hitze ihrer Oefen aus dem Oxyde dieſes nemlichen Metalles erzeugt werden.

Da die färbende Subſtanz die nemliche, und die hervorgebrachten Farben ebenfalls dieſelben ſind, warum ſollen wir nicht ſchließen, daß die in beiden Fällen durch einerlei Mittel, das heißt, die Kraft der Hitze, hervorgebrachten Wirkungen nicht auch dieſelben ſeyen? oder, mit andern Worten, um deutlicher zu ſeyn: wenn man das Oxyd einer gewiſſen Temperatur ausſetzt, in welcher es diſponirt wird, ſich zu verglaſen, oder eine Veränderung zu erleiden, nach Maasgabe der Quantität von Sauerſtoff, mit welchem es verbunden iſt.

Allein die Reſultate der nachfolgenden Verſuche verſchaffen noch weit befriedigerenden Unterricht, was die Intenſität der Hitze, welche ſich in allen den Fällen erzeugt, wo Licht eingeſogen wird, und die aufſteigenden Wirkungen betrifft, die ſie unter gewiſſen Umſtänden, fähig iſt, hervorzubringen.

Die Leichtigkeit, mit welcher die meiſten metalliſchen Subſtanzen, auf trockenem Wege mittelſt der Kohle reduzirt werden, zeigt, daß in einer gewiſſen hohen Temperatur der Sauerſtoff geneigt werde, dieſe Metalle zu verlaſſen, um eine gewiſſe chemiſche Verbindung mit dem Lichte einzugehen, oder zum wenigſten mit einem ſeiner konſtituirenden Beſtandtheile, wenn ſie ein zuſammengeſetzter Stoff iſt; und hieraus ſchloß ich, daß das Gold, auf naſſem Wege, mittelſt der Kohle aus einer Auflöſung von deſſen Oxyde im Waſſer reduzirt werden könnte, wenn es unter ſolchen Umſtänden möglich wäre, der Kohle und dem Oxyde zur nemlichen Zeit einen hinlänglichen Grad von dazu beſtimmter Hitze mitzutheilen.

Um zu ſehen, ob dieſes mittelſt Licht bewerkſtelligt werden könnte, ſtellte ich an, oder wiederholte ich vielmehr den nachfolgenden, ſehr intereſſanten Verſuch.

Neunter Verſuch.

In eine dünne Röhre von ſehr feinem, farbenfreien Glaſe, 10 Zoll lang, und $\frac{2}{10}$ eines Zolles im Durchmeſſer, die an ihrem untern Ende hermetiſch verſchloſſen war, brachte ich einige Stückchen Kohle, ungefähr von der Größe mäßiger Erbſen, welche die Röhre zwei Zoll hoch anfüllten. Nachdem ich auf dieſe ſoviel von der wäßrigen Auflöſung des ſalpe-

zerkochſalzſauren Goldes gethan hatte, daß es ſelbige faſt ganz bedeckte, ſetzte ich die Röhre der Wirkung heller Sonnenſtrahlen aus.

In weniger als einer halben Stunde fingen kleine Pünktchen von wiederhergeſtelltem Gold in ſeinem vollen metalliſchen Glanze an, ſich hier und da auf der Oberfläche der Kohle zu zeigen; und in ſechs Stunden war die Auflöſung, welche anfangs eine ſchöne gelbe Farbe hatte, völlig farbenlos, und ſo hell und durchſichtig, als das reinſte Waſſer geworden.

Die Oberfläche der Kohle war an einigen Stellen faſt ganz mit kleinen, reduzirten Goldpünktchen bedeckt, und die innere Oberfläche der Glasröhre an der Stelle, wo ſie mit der Oberfläche der darin enthaltenen Flüſſigkeit in Berührung ſtand, ſehr ſchön vergoldet.

Dieſe Vergoldung der Röhre ſah ſehr prächtig aus, wenn man ſie mit reflektirtem Lichte betrachtete; hielt man jedoch die Röhre zwiſchen das Licht und das Auge, ſo erſchien ſie wie ein dünnes Wölkchen von grünlich-blauer Farbe, ohne das geringſte Anſehen eines metalliſchen Glanzes.

Aus der Farbe und der anſcheinenden Dichtig-

keit dieſer Wolke wurde ich veranlaßt, zu ſchließen, daß die Vergoldung am Glaſe weniger als ein Millionentheil eines Zolles in der Dicke betragen müſſe.

Dieſer intereſſante Verſuch wurde ſechsmal wiederholt, und faſt jedesmal zeigte er das nämliche Reſultat. Das Gold war bei jedem völlig wieder hergeſtellt, und die Auflöſung ganz farbenlos zurückgelaſſen. Bei den meiſten Verſuchen indeß waren die Seiten des Glaſes nicht vergoldet, da alles reduzirte Gold an der Oberfläche der Kohle hängen blieb.

Bei zweien dieſer Verſuche bediente ich mich kleiner Stücken Kohle, die vorher mehrere Stunden lang in einer großen Quantität von deſtillirtem Waſſer gekocht worden, und naß und heiß in die Glasröhre eingebracht waren, wo man ſie dann ſogleich mit der Auflöſung bedeckte, um Einſaugen von Luft zu verhüten. Auch wurden bei dieſen Verſuchen Auflöſungen von verſchiedenen Graden der Stärke angewandt.

Ich konnte genau bemerken, daß der Verſuch aufs beſte gelang, das heißt, daß das Gold ſehr bald hergeſtellt wurde, wo die Auflöſung am meiſten verdünnt war; einer dieſer Verſuche jedoch, und der auch vollkommen gelang, wurde mit einer ſo concentrirten Auflöſung ange-

ſtellt, daß dieſe nahe daran war, ſich wirklich zu kryſtalliſiren. *)

Als ich die Theilchen von wiederhergeſtelltem Golde, die an der Oberfläche der Kohle hängen geblieben waren, mit einem guten Mikroſkope unterſuchte, nachdem ſie trocken geworden waren, ſo fand ich, daß ſie aus einer unendlichen Anzahl kleiner Schüppchen beſtanden, die von einander getrennt waren; ſie ſchienen nicht ſehr geglättet, allein ſie beſaßen doch den ächten metalliſchen Glanz, und die tiefe und prächtige Farbe des Goldes.

Das Gold, welches ſich an der innern Seite der Glasröhre angehängt hatte, war in Geſtalt eines Ringes, ungefähr ein Zehntel eines Zolls breit, (jedoch nach unten zu nicht gut begrenzt) und hieng dem Glaſe ſo feſt an, daß es durch vieles Ausſpülen der Röh-

*) Dieſes trifft völlig mit den Reſultaten ähnlicher Verſuche überein, die die ſinnreiche und lebhafte Miſtreß Fulhame angeſtellt hat. (Siehe ihr Eſſay on Combuſtion S. 124.)

Ich wurde durch das Leſen ihres Buches darauf geleitet, mich mit dieſen Unterſuchungen zu beſchäftigen; und durch ihre Verſuche wurde ich auf den größten Theil der meinigen geführt.

A. d. M.

re mit Waſſer nicht weggebracht werden konnte. Es hatte, wie ich ſchon bemerkte, eine ſehr hohe Politur, wenn man es gegen das zurückgeworfene Licht betrachtete.

Die, welche in den Geiſt dieſer Unterſuchungen eindringen, werden leicht begreifen, wie ungeduldig ich geweſen ſeyn mußte, nachdem ich das Reſultat dieſes Verſuches geſehen hatte, auszumachen, ob das Gold aus ſeiner wäſſrigen Oxydauflöſung auch ohne den Beiſtand des Lichtes, mittelſt der Kohle wieder hergeſtellt werden könne, und bloß durch eine ſolche Beihülfe von gleicher Wärme, als man ihr im Finſtern beibringen konnte.

Zur Entſchridung dieſer wichtigen Frage wurde der folgende Verſuch unternommen.

Zehnter Verſuch.

Eine zylindriſche Glasröhre, $\frac{5}{10}$ eines Zolles im Durchmeſſer, und 10 Zoll lang, die an ihrem untern Ende hermetiſch verſchloſſen war, und eine Quantität von wäßriger Goldoxydauflöſung enthielt, wurde mit Kohle, in Stückchen von der Größe einer Erbſe gebrochen, angefüllt, und in ein zylindriſches paſſendes Futteral von Zinn geſteckt, das ich mit einem paſſenden Deckel verſchloß. Die auf dieſe Weiſe ich

Dunkeln erhaltene Glasröhre ward alsdann zwei Stunden lang der Temperatur von 210° Fahrenheitiſcher Skale ausgeſetzt.

Als ich die Glasröhre aus ihrem zinnernen Futteral herausnahm, fand ich die Auflöſung vollkommen farbenlos, und das wiederhergeſtellte Gold an der Oberfläche der Kohlen hängen.

Bei der Wiederholung des Verſuches, wo ich eine mit Oxyd faſt geſättigte Auflöſung nahm, erſchien ein gleiches Reſultat. Die Auflöſung zeigte ſich faſt ganz ungefärbt, und das reducirte Gold hieng an der Oberfläche der Kohle.

Ich bekenne aufrichtig, daß das Reſultat dieſes letztern Verſuches meinen Erwartungen ganz entgegengeſetzt war, und daß ich mich nicht im Stande befand, es in Bezug auf die Urſachen der Reduktion des Oxydes bei dieſem vorigen Verſuche mit meiner Hypotheſe zu vereinigen; allein, das Schickſal meiner Hypotheſe, ſo wie aller andern, ſey welches es wolle, ſo hoffe ich doch, und vertraue mir, daß ich niemals ſo ſchwach ſeyn werde, Unruhe bei Entdeckung der Wahrheit zu fühlen, ſelbſt wenn ſie meinen Erwartungen zuwider ſeyn ſollte; noch weniger aber, einen heimlichen Wunſch zu haben, Verſuche zu unterdrü-

cken, weil ihre Reſultate meinen ſpekulativen Meinungen nicht entſprechen möchten.

Ich muß hier bemerken, daß die in dieſem letzterwähnten Verſuche gebrauchte Kohle zwei Stunden lang in deſtillirtem Waſſer gekocht worden war, wodurch ihre Zwiſchenräume mit dieſer Flüſſigkeit vollkommen angefüllt wurden, ſo daß die gebrauchten Stücken ſich ſpezifiſch ſchwerer als Waſſer zeigten, und in dem ſie enthaltenden Gefäße zu Boden ſanken.

Da ich in meinen Bemühungen, Goldoxyd durch Kohle auf naſſem Wege zu reduziren, ſo glücklich geweſen war, ſo verlor ich jetzt keine Zeit, den nemlichen Verſuch auch mit Silberoxyd anzuſtellen.

Eilfter Verſuch.

Eine Auflöſung von feinem Silber in Salpeterſäure wurde bis zur Trockniß abgedunſtet, und der Rückſtand in deſtillirtem Waſſer aufgelöſt.

Eine Portion dieſer Auflöſung (welche vollkommen farbenlos war), mit zweimal ſoviel deſtillirtem Waſſer verdünnt, wurde in ein Glas gegoſſen, das mehrere kleine Stückchen Kohle enthielt; dieſes wur-

Vielleicht ſind die im Waſſer aufgelößten Goldpartikelchen von dieſer Dimenſion. und es iſt ſehr merkwürdig, daß die bei einigen meiner Verſuche auf weißem Bande, mittelſt einer wäßrigen Auflöſung von Goldoxyd hervorgebrachten Farben, genau die nemlichen ſind, als bei Emaillirern durch die ſtarke Hitze ihrer Oefen aus dem Oxyde dieſes nemlichen Metalles erzeugt werden.

Da die färbende Subſtanz die nemliche, und die hervorgebrachten Farben ebenfalls dieſelben ſind, warum ſollen wir nicht ſchließen, daß die in beiden Fällen durch einerlei Mittel, das heißt, die Kraft der Hitze, hervorgebrachten Wirkungen nicht auch dieſelben ſeyen? oder, mit andern Worten, um deutlicher zu ſeyn: wenn man das Oxyd einer gewiſſen Temperatur ausſetzt, in welcher es diſponirt wird, ſich zu verglaſen, oder eine Veränderung zu erleiden, nach Maasgabe der Quantität von Sauerſtoff, mit welchem es verbunden iſt.

Allein die Reſultate der nachfolgenden Verſuche verſchaffen noch weit befriedigerenden Unterricht, was die Intenſität der Hitze, welche ſich in allen den Fällen erzeugt, wo Licht eingeſogen wird, und die auf [illegible] Wirkungen betrifft, die ſie unter gewiſſen Umſtänden, ſähig iſt, hervorzubringen.

Die Leichtigkeit, mit welcher die meiſten metalliſchen Subſtanzen, auf trockenem Wege mittelſt der Kohle reduzirt werden, zeigt, daß in einer gewiſſen hohen Temperatur der Sauerſtoff geneigt werde, dieſe Metalle zu verlaſſen, um eine gewiſſe chemiſche Verbindung mit dem Lichte einzugehen, oder zum wenigſten mit einem ſeiner konſtituirenden Beſtandtheile, wenn ſie ein zuſammengeſetzter Stoff iſt; und hieraus ſchloß ich, daß das Gold, auf naſſem Wege, mittelſt der Kohle aus einer Auflöſung von deſſen Oxyde im Waſſer reduzirt werden könnte, wenn es unter ſolchen Umſtänden möglich wäre, der Kohle und dem Oxyde zur nemlichen Zeit einen hinlänglichen Grad von dazu beſtimmter Hitze mitzutheilen.

Um zu ſehen, ob dieſes mittelſt Licht bewerkſtelligt werden könnte, ſtellte ich an, oder wiederholte ich vielmehr den nachfolgenden, ſehr intereſſanten Verſuch.

Neunter Verſuch.

In eine dünne Röhre von ſehr feinem, farbenfreien Glaſe, 10 Zoll lang, und $\frac{6}{10}$ eines Zolles im Durchmeſſer, die an ihrem untern Ende hermetiſch verſchloſſen war, brachte ich einige Stückchen Kohle, ungefähr von der Größe mäßiger Erbſen, welche die Röhre zwei Zoll hoch anfüllten. Nachdem ich auf dieſe ſoviel von der wäßrigen Auflöſung des ſalpe-

Als das Goldoxyd auf dieſem Wege reduzirt wurde, erſchien das wiederhergeſtellte Metall unter der Geſtalt von kleinen Schüppchen, die feſt an der Oberfläche der Kohle hiengen, wie ſchon bemerkt worden iſt.

Die nachfolgenden Verſuche, welche anfangs durch einen Zufall herbeigeführt waren, wurden in der Abſicht angeſtellt, um die Urſachen dieſer Wirkungen, welche den vermeintlichen chemiſchen Eigenſchaften des Lichtes beigemeſſen worden ſind, noch weiter aufzufinden.

Da ich nemlich zufälliger Weiſe zwei Gläſer, wovon jedes eine Quantität von wäßriger Auflöſung des Goldoxydes in Schwefelnaphtha enthielt, bei Seite geſetzt hatte, in welchen die Naphtha das Gold völlig aus der Auflöſung herausgezogen, wie ſolches aus der gelben Farbe klar war, die dieſe der Naphtha mitgetheilt hatte, und dafür Farbenlos geworden; ſo fand ich, daß in einem dieſer Gläſer, welche in einem Fenſter ſtanden, auf welches zufälligerweiſe ſtarkes Licht gefallen war (obſchon die direkten Sonnenſtrahlen nie dahin kommen konnten) nach ungefähr drei Wochen, das Goldoxyd faſt gänzlich reduzirt war; das wiederhergeſtellte Gold erſchien in ſeinem völligen Glanze in Geſtalt eines kleinen Häutchens, das auf der wäßrigen Oberfläche ſchwamm, und die

Farbe der darüber befindlichen Naphtha war vollkommen verſchwunden. Zu der nemlichen Zeit hatte ſich in dem anderen Glaſe, welches in einem dunkeln Winkel des Zimmers geſtanden hatte, keine merkbare Veränderung ereignet.

Da nun dieſe Erſcheinungen den Verdacht gaben, oder mich vielmehr in meinen Vermuthungen beſtärkten, die ich vorher gefaßt hatte, daß die Trennung des Goldes von der Naphtha in metalliſcher Geſtalt, wenn man eine wäßrige Auflöſung davon mit jener miſcht, immer durch Reduktion dieſes Oxydes mittelſt des Lichtes zu Stande komme, ſo machte ich zu meiner Aufklärung folgenden Verſuch.

Dreizehnter Verſuch.

In eine kleine, birnförmige Phiole von ſehr feinem, durchſichtigen Glaſe, brachte ich gleiche Mengen einer wäßrigen Auflöſung von kryſtalliſirtem Goldoxyd und Schwefeläther oder Naphtha. Ich verſchloß dieſe, bis zur Hälfte gefüllte Phiole mit einem Korkſtöpſel genau, und ſetzte ſie der direkten Wirkung der hellen Sonne aus.

Ein Häutchen von wiederhergeſtelltem Gold in all ſeinem metalliſchen Glanze fieng faſt augenblicklich an, ſich auf der Oberfläche der wäßrigen Feuchtig-

keit zu bilden, und bedeckte ſie bald gänzlich. Nach Verlauf von zwei Stunden war das ganze Oxyd reduzirt, wie der völlig farbenfreie Aether anzeigte.

Als man das Häutchen in der Phiole ſchüttelte, zerriß es in Stückchen; welche genau das Anſehen wie Blattgold hatten, und die wahre Goldfarbe und den Glanz dieſes Metalls beſaßen.

Als man die Phiole wieder ruhig ſtehen ließ, trennte ſich die wäßrige Auflöſung wieder von der Naphtha, und die meiſten Theilchen des dünnen Goldblattes ſtiegen zu Boden: der Reſt ſchwamm auf der Oberfläche der wäßrigen Feuchtigkeit, und dieſes ſowohl, wie die Naphtha, ſchienen völlig durchſichtig und farbenfrei.

Durch die Länge der Zeit, welche erfodert wurde, daß ſich Aether und wäßrige Feuchtigkeit trennen konnten, glaubte ich, daß der Aether etwas von ſeiner Flüſſigkeit verloren habe; allein da dieß ein Erfolg war, den ich erwartete, ſo iſt mir wahrſcheinlicher, daß ich mich hierin betrogen habe, wenn ich Spuren davon ſehen wollte.

Als ich, nach Abkühlung des Inhaltes, den Kork vom Glaſe herunter nahm, zeigte ſich keine Erſcheinung

einer beträchtlichen Luftmenge, oder eine andere elaſtiſche Flüſſigkeit, die etwa während des Verſuches erzeugt oder eingeſogen worden wäre.

Da ich fand, daß das Goldoxyd ſo ſchnell und vollkommen durch Naphtha reducirt werden könne, ſo glaubte ich, daß es möglich ſey, dieſen chemiſchen Prozeß auch auf naſſem Wege, durch weſentliche, oder ätheriſche Oele zu bewerkſtelligen, und dieſe Vermuthung zeigte ſich nachmals nicht ungegründet.

Vierzehnter Verſuch.

Auf eine Quantität eines wäßrigen Auflöſung von ſalpeterſaurem Golde, die ſich in einer kleinen birnförmigen, unten etwa anderthalb Zoll haltenden Phiole befand, wurde eine kleine Quantität von ätheriſcher Tempentinöle gegoſſen, gerade ſoviel als hinreichte, dieſe wäßrige Auflöſung $\frac{3}{16}$ eines Zolles hoch zu bedecken.

Nachdem die Phiole mit einem guten, wohlverwachſenen Korkſtöpſel verſchloſſen worden war, wurde ſie eine Stunde lang dem kochenden Waſſer in einer Dampfmaſchin ausgeſetzt.

Das Gold wurde wieder lebendig, und erſchien in Form einer glänzenden Haut von ſchöner Goldfar-

Dunkeln erhaltene Glasröhre ward alsdann zwei Stunden lang der Temperatur von 210° Fahrenheitiſcher Skale ausgeſetzt.

Als ich die Glasröhre aus ihrem zinnernen Futteral herausnahm, fand ich die Auflöſung vollkommen farbenlos, und das wiederhergeſtellte Gold an der Oberfläche der Kohlen hängen.

Bei der Wiederholung des Verſuches, wo ich eine mit Oxyd faſt geſättigte Auflöſung nahm, erſchien ein gleiches Reſultat. Die Auflöſung zeigte ſich faſt ganz ungefärbt, und das reducirte Gold hieng an der Oberfläche der Kohle.

Ich bekenne aufrichtig, daß das Reſultat dieſes leztern Verſuches meinen Erwartungen ganz entgegengeſezt war, und daß ich mich nicht im Stande befand, es in Bezug auf die Urſachen der Reduktion des Oxydes bei dieſem vorigen Verſuche mit meiner Hypotheſe zu vereinigen; allein, das Schickſal meiner Hypotheſe, ſo wie aller andern, ſey welches es wolle, ſo hoffe ich doch, und vertraue mir, daß ich niemals ſo ſchwach ſeyn werde, Unruhe bei Entdeckung der Wahrheit zu fühlen, ſelbſt wenn ſie meinen Erwartungen zuwider ſeyn ſollte; noch weniger aber, einen heimlichen Wunſch zu haben, Verſuche zu unterdrü-

Nachdem es in dieser Hitze etwa zwei Stunden geblieben war, untersuchte ich es, und fand, daß, obschon eine beträchtliche Quantität von Gold wieder hergestellt worden war, doch die wäßrige Flüssigkeit eine schwache gelbliche Farbe behalten hatte.

Das Terpentinöl hatte eine tiefere und prachtvollere Goldfarbe angenommen, die sich dem Pomeranzengelb näherte.

Ich brachte jetzt zum Inhalte der Phiole etwa halb so viel destillirtes Wasser, und setzte sie, nachdem ich alles wohl durcheinander geschüttelt, wiederum zwei Stunden lang der Hitze des kochenden Wassers aus; wo sodann der Rückstand auch noch reduzirt, und die wäßrige Flüssigkeit vollkommen von Farbe befreit wurde.

Bei Wiederholung dieses Versuches mit Terpentinöl, mit der Veränderung, daß ich jetzt eine Auflösung von Silberoxyd (eine wäßrige Auflösung von salpetersaurem Silber), statt der von Gold anwandte, war das Resultat fast das nemliche; das Metall wurde wieder hergestellt, und das Terpentinöl nahm eine schwachgrünliche Färbung an.

Ich reduzirte auch Gold- und Silberoxyd mit Olivenöl auf eine ähnliche Weise mit der Hitze des

kochenden Waſſers. Das bei dieſem Verſuche gebrauchte Olivenöl verlor ſeine Durchſichtigkeit, und wurde dunkel gefärbt; das bei der Reduktion des Silbers gebrauchte nahm eine dunkelſchmutzigbraune, dem ſchwarzen ſich nähernde Farbe an, und das beim Reduziren des Goldoxydes angewandte wurde in gelblichbraun, dem purpurfarbigen ſich nähernd, verändert.

Bei dem Verſuche mit Silberoxyd war die innere Seite der Phiole, in der Gegend, wo das Oel auf der wäßrigten Feuchtigkeit ruhte, ſehr ſchön verſilbert, das wieder hergeſtellte Metall bildete einen ſchmalen Ring, der ſich rund um das Glas herum ausbreitete. Auch waren bei beiden Verſuchen kleine abgeriſſene Partikelchen von reduzirtem Metalle im Oele ſichtbar, die an der Innſeite der Phiole hiengen, und glänzende Punkte oder Flecken bildeten, an welchen die Farbe des Metalles und ihr eigener Glanz vollkommen kenntlich waren.

Funfzehnter Verſuch.

Da Kohlenſtoff einer der konſtitutrenden Beſtandtheile des Weingeiſtes, ſo gut wie der weſentlichen Oele *), als des Schwefeläthers iſt, ſo hielt ich

*) Auch der fetten Oele.

A. d. Ueb.

es für möglich, daß mir eine Reduktion des Goldoxydes gelänge, wenn ich Alkohol mit einer wäſſerigten Auflöſung von ſalpeter-ſalzſaurem Golde vermiſchte, und dieſe Miſchung in einem wohlverſchloſſenen Glaſe der Hitze des kochenden Waſſers ausſetzte; dieſer Verſuch gelang jedoch nicht.

Als ich auf dieſe Miſchung eine kleine Quantität Olivenöl goß, und es wiederum der Hitze des kochenden Waſſers ausſetzte, war das Gold wieder hergeſtellt.

Iſt es nicht wahrſcheinlich, daß der Grund, weswegen das Oxyd nicht durch den Alkohol hergeſtellt wurde, der Beweglichkeit dieſer Elemente, die gegen einander wirken müſſen, damit jene Wirkung hervorgebracht werde, zuzuſchreiben ſeyn könnte? Es iſt Grund vorhanden, zu glauben, daß das Oxyd wieder hergeſtellt worden ſeyn würde, wenn man den Alkohol vermögen könnte, auf der wäßrigen Auflöſung zu ruhen, ohne ſich damit zu vermiſchen.

Ich wünſchte, daß ich im Stande geweſen wäre, die elaſtiſchen Flüſſigkeiten zu ſammeln und zu unterſuchen, welche wahrſcheinlich bei den meiſten der vorhergehenden Verſuche ſich bildeten. Allein meine Zeit war ſo ſehr mit andern Geſchäften getheilt, daß ich

nicht Zeit hatte, dieſe Unterſuchungen noch weiter zu verfolgen.

Um zu ſehen, welche Wirkungen durch eine, an der Oberfläche eines dunkeln, ſeiner Natur nach, von den bei dieſen Verſuchen ſchon gebrauchten, verſchiedenen Körpers, erzeugte Hitze entſtehen würden, eines ſolchen, der wenig geeignet iſt, mit Sauerſtoff eine chemiſche Verbindung einzugehen (Magneſia alba), wenn ſie, während ſie ſich in einer wäßrigen Auflöſung von Goldoxyd befindet, den direkten hellen Sonnenſtrahlen ausgeſetzt wird, — richtete ich den folgenden Verſuch vor.

Sechzehnter Verſuch.

Ich nahm vier kleine, dünne Gläſer, A, B, C und D, von ſehr feinem Glas, und brachte in jedes derſelben ungefähr fünf Gran von weißer Magneſia, worauf ich dann die Phiole A mit einer geſättigten Goldoxydauflöſung beinahe vollfüllte.

Ich füllte in die Phiole B auf ähnliche Art etwas von der Auflöſung, mit einer gleichen Menge deſtillirten Waſſer verdünnt. In die Phiolen C und D wurde eine noch mehr verdünnte Auflöſung gethan.

Es wurden dieſe Gläſer offen, ohne Stöpſel, einen ganzen Tag lang den direkten Strahlen der Sonne ausgeſetzt, und ihr Inhalt während dieſer Zeit mehreremale durch einander geſchüttelt.

Der Inhalt dieſer ſämmtlichen Phiolen änderte ſeine Farbe mehr oder minder, doch nahmen ſie verſchiedene Färbungen an. Das, was ſich in der Phiole A befand, erhielt eine ſehr tiefe und reiche Goldfarbe, die ſich dem Pomeranzengelb näherte. Der Bodenſatz hatte durchaus die nemliche Farbe.

Der Inhalt der Phiole B, der anfangs eine blaße ſtrohgelbe Farbe hatte, änderte ſich in hellgrün, und dann in grünlichblau. Nachdem das Glas einige Tage in einem abgeſonderten Winkel des Hauſes ruhig geſtanden hatte, wurde es faſt ganz farbenlos, und der Bodenſatz zeigte eine ſchmutzig olivengrüne Farbe.

Die Farbe des Inhaltes der Gläſer C und D war faſt auf die nemliche Weiſe geändert. Nachdem ſie zwei oder drei Tage ruhig geſtanden hatten, um ſich zu ſetzen, fand ſich die Auflöſung gänzlich ohne Farbe, dagegen der Bodenſatz tief gefärbt. Es war jedoch bei beiden Gläſern ein ſtarker Unterſchied in der Färbung; der Inhalt der Phiole C hatte eine leicht grünlichblaue, hingegen der der Phiole D eine Indigo-

farbe, welche ſo ſtark war, daß man ſie leicht für ſchwarz hätte halten können.

Dieſe Erſcheinungen waren in der That ſehr auffallend, und darauf berechnet, Neugierde zu erregen; ich wünſche, daß das, was ich gethan habe, Andere dazu verleiten möge, dieſe intereſſanten Unterſuchungen weiter zu verfolgen.

XI.

Nachtrag.

Nachtrag.

Seitdem die vorstehende Abhandlung der königlichen Sozietät übergeben worden war, habe ich Gelegenheit gehabt, diese Untersuchungen noch etwas weiter verfolgen zu können; und die Resultate von zweien meiner neuesten Versuche waren so merkwürdig, daß ich sie der Bekanntmachung im Publikum für werth hielt.

Siebenzehnter Versuch.

In eine dünne Kugel von feinem farbenfreien Glase, ungefähr anderthalb Zoll im Durchmesser, mit einem kurzen zylindrischen Halse, brachte ich gleiche Theile einer schwachen Auflösung von arabischem Gummi in Wasser, und einer verdünnten wäßrigen Auflösung von Goldoxyd, und füllte sie ungefähr zu zwei Drittheilen mit diesen Flüssigkeiten voll, worauf

ich ſie wohl durch einander ſchüttelte, und die Kugel an ihrem Halſe an einen Nagel in der Nähe des Fenſters, in einem unbeſuchten, gegen Mitternacht liegenden Zimmer aufhieng, wo ſie zufälliger Weiſe ungeſtöhrt und unbeobachtet ſechs Wochen hindurch blieb.

Als die Kugel unterſucht wurde, zeigte ſie eine ſehr ſonderbare Erſcheinung. Das Glas war überall, da, wo es mit der Flüſſigkeit in Berührung geſtanden hatte, ſehr ſchön gefärbt, allein die Farben waren an verſchiedenen Stellen ſehr verſchieden. Derjenige Theil der Kugel, welcher mit der obern Fläche der Flüſſigkeit in Berührung ſtand, hatte eine ſehr ſchwache Purpurfarbe, allein dieſe wurde, ſo wie ſie allmählig an den Wänden der Kugel herabſtieg, immer dunkler, und endete am Boden in eine reiche Vergoldung, welche allen metalliſchen Glanz des reinen Goldes beſaß.

Achtzehnter Verſuch.

Nachdem ich mir einen dünnen Streifen Elfenbein, ungefähr einen halben Zoll breit und drei Zoll lang, verſchafft hatte, brachte ich denſelben in ein kleines Glas mit einer weiten Mündung, welches beinahe ganz mit einer verdünnten Auflöſung von ſalpeterſaurem Silber angefüllt war, worinn es, in einem dunkeln Gemache, ſo lange blieb, bis das Elfenbein eine ſchöne gelbe Farbe angenommen hatte. Der Elfen-

Beinſtreifen wurde ſodann herausgenommen und in einen Sturzbecher voll reines Waſſer getaucht, und in dieſem der hellen Sonne ausgeſetzt.

Im Augenblicke, als die Sonnenſtrahlen auf das Elfenbein fielen, fieng dieſes an, ſeine Farbe zu ändern, und wurde, in weniger, als zwei Minuten, aus ſchönem Gelb völlig ſchwarz.

Die Schnelligkeit, mit welcher dieſe Farbenveränderung vor ſich geht, iſt ſehr auffallend, und macht den Verſuch ungemein intereſſant. Bei der Unterſuchung des Elfenbeines zeigte ſich deſſen Oberfläche mit einer feinen, kohlenartigen Subſtanz, welche leicht mit der Hand abgerieben werden konnte. Als man dieſe kohlige Subſtanz entfernte, und das Elfenbein wiederum zwei oder drei Stunden im Waſſer der Wirkung des Sonnenlichtes ausſetzte, fand ſich deſſen Oberfläche ſo völlig verſilbert, daß ſie einem Stücke dieſes Metalles glich.

Obgleich der Ueberzug von dieſem Metalle ſehr dünn iſt, ſo kann doch das Silberoxyd das Elfenbein in einer beträchtlichen Tiefe durchdringen, wenn man es wohl in eine Auflöſung von Höllenſtein einweicht, und ſo oft man die Verſilberung von der Oberfläche des Elfenbeines abnimmt, ſo oft wird das darunter liegende unbedeckte Oxyd, wenn man es dem Lichte ausſetzt, einen neuen Ueberzug von wieder hergeſtelltem Metalle bekommen, und das Elfenbein dieſes Anſehn nicht verlieren.

ich ſie wohl
an ihrem
ſters, u
genden
geſtöhrt

ſehr
da,
hati
ver
Th
Fl
Pu
an
u
al

ein zu verfüllen, d
oekonomiſch iſt, wen
zu Verzierungen
men. Der Preis
o weiter nicht, als
trachtet; und ich
und permanenten
Wärme hervorgebr
gene Umſtände dar

XII.

ne Unterſuchung,

das der

zugeſchriebene Gewicht

betreffend.

Eine Unterſuchung,

das der

Wärme zugeſchriebene Gewicht

betreffend.

(Vorgeleſen in der königlichen Sozietät am 2 Mai 1799.)

Die verſchiedenen Verſuche, welche bisher in der Abſicht ſind angeſtellt worden, um die ſo lange verhandelte Frage zu entſcheiden, ob Körper, wenn ſie erhitzt werden, an Gewicht zunehmen oder verlieren, ſind von einer ſo delikaten Art, und ſo manchen Irrungen, nicht blos wegen der Unvollkommenheiten der gebrauchten Inſtrumente, ſondern auch wegen der, noch weit ſchwerer zu ſchätzenden Unregelmäßigkeiten, die aus

den ſenkrechten Luftſtrömen in der Atmoſphäre entſtehen, und durch den heißen oder kalten Körper verurſacht werden, den man auf die Waage bringt, unterworfen, daß man ſich gar nicht verwundern muß, daß die Meinungen über eine, ſo ſchwer zu beſtimmende Sache ſo getheilt ſind.

Es iſt ſchon eine beträchtliche Zeit her, ſeit ich zuerſt anfieng, über dieſen Gegenſtand nachzudenken, und ich habe, in der Abſicht ihn zu unterſuchen, manche Verſuche angeſtellt. Bei dieſen habe ich mir alle Mühe gegeben, Irrthümer zu vermeiden, welche eine Kenntniß ihrer verſchiedenen Quellen, und ein ernſtlicher Wunſch, eine Thatſache zu entſcheiden, deren Kenntniß ich für ſo wichtig hielt, immer nur einflößen konnte. Allein obgleich mich alle meine Unterſuchungen mehr und mehr überzeugten, daß ein Körper durchs Erhitzen keine Zugabe an Gewicht erlangt, oder vielmehr, daß die Hitze keine Wirkung irgend einer Art auf die Gewichte der Körper hat, ſo bin ich doch von der Delikateſſe der Unterſuchung ſo ſehr überzeugt worden, daß ich mich lange Zeit vor einer entſcheidenden Meinung in dieſer Materie fürchtete.

Da ich durch die Verſuche ſehr überraſcht war, die in den Transactions of the Royal Society Vol. LXXV. verzeichnet, und von Dr. Fordyce über

das Gewicht angeſtellt worden ſind, welches das Waſſer, nachdem es gefroren iſt, erhalten ſoll; und da ich mich im Beſitz einer vortrefflichen Waage ſah, die Sr. Durchlaucht, dem Churfürſten von der Pfalz, Herzog von Baiern, gehörte; ſo nahm ich zu Anfange des Winters 1787 — ſobald als die Kälte zu meinem Vorhaben ſtark genug war — eine Wiederholung dieſer Verſuche vor, um mich ſelbſt zu überzeugen, ob man ſich auf dieſe auſſerordentliche Thatſache verlaſſen könne, und auch noch in der Abſicht, ſo weit als es in meiner Gewalt ſtand, jede Art von Irrthum und Betrug zu entfernen. Hier verfuhr ich nun auf folgende Weiſe.

Nachdem ich mich mit einer Anzahl von Glasflaſchen von derjenigen Größe und Geſtalt verſehen hatte, die man in England Florentiner Flaſchen (Florence flask) nennt, — ſo dünne als möglich geblaſen, — und von den nemlichen Dimenſionen, ſuchte ich unter dieſen zweis aus, die, nachdem ich jede Methode angewandt hatte, um ſie mit einander zu vergleichen, ſich ſo ähnlich ſahen, daß man ſie kaum unterſchriden konnte.

In die eine dieſer Flaſchen, die ich A nennen will, brachte ich 4107,86 Gran Troygewicht reines deſtillirtes Waſſer, welches ſie etwa bis an die Hälfte erfüllte; und in die andere, B, brachte ich ein gleiches Gewicht

von ſchwachem Weingeiſt. Nachdem ich dieſe Flaſchen hermetiſch verſiegelt, abgewaſchen, und auſſen herum reinlich abgetrocknet hatte, hieng ich ſie an den Balken meiner Waage, und brachte dieſe in ein großes Zimmer, welches mehrere Wochen hindurch alle Tage regelmäßig durch einen (deutſchen) Ofen geheizt worden war, und worinn ſich die Luft mit kleinen Veränderungen meiſt auf 61° Fahrenheit erhielt. Nachdem ich die beiden Flaſchen ſo lange in Ruhe gelaſſen hatte, bis ich glaubte, daß ſie die Temperatur der ſie umgebenden Atmoſphäre angenommen haben konnten, wiſchte ich ſie von friſchem, mit einem ſehr reinen, trockenen Tuche ab, und brachte ſie in das möglichſt genaue Gleichgewicht, indem ich ein kleines Stückchen von ſehr feinem Silberdrath an denjenigen Arm der Waage brachte, welcher der leichteſte ſchien.

Ich hatte den Apparat in dieſer Lage ungefähr noch zwölf Stunden länger ſtehen laſſen, und da ich bis dahin keine weitere Veränderung an dem relativen Gewichte der Flaſchen wahrnahm, — welche immer im vollkommenſten Gleichgewichte blieben — ſo brachte ich ſie jetzt in ein großes, unbewohntes, nach Mitternacht zu gehendes Zimmer, in welchem ſich die (ſehr ruhige) Luft auf einer Temperatur von 29° Fahrenh. befand. Die Luft vor der Thüre ſtand um dieſelbe Zeit auf 27° F.; und ich ließ jetzt die Flaſchen, indem

ich herausgieng und die Thüre hinter mir verschloß, ungestört, achtundvierzig Stunden, an den Armen des Waagbalkens befestigt, hängen.

Nach Ablauf dieser Zeit gieng ich wieder hinein — wo ich die möglichste Vorsicht anwandte, die Waage nicht zu stören oder zu bewegen — als ich, zu meinem großen Erstaunen, die Flasche A sehr merklich überwiegend fand.

Das Wasser, welches diese Flasche enthielt, war vollkommen in eine solide Eismasse zusammengefroren; allein der Weingeist in der Flasche B zeigte nichts vom Frieren.

Ich stellte jetzt sehr vorsichtig das Gleichgewicht wieder her, indem ich kleine Stückchen von sehr feinem Drathe, aus dem man Goldtressen verfertigt, an den Arm, an welchem B hieng, befestigte, wo ich dann fand, daß die Flasche A ihr Gewicht um $\frac{1}{3\,5\,0\,0}$ Theilchen ihres ganzen Gewichtes zu Anfange des Versuches vermehrt hatte; denn das Gewicht der Flasche mit ihrem Gehalte war 4811,23 Gran Troy (die Flasche wog 703,37 Gran, und das Wasser 4107,86), und erforderte nun $\frac{334}{1000}$ Theilchen eines Granes, die an den entgegengesetzten Arm der Waage gebracht werden mußten, um das Gleichgewicht herzustellen.

Ich verſuchte, nach einem ähnlichen Prozeſſe, einen Streifen Elfenbein zu vergolden, allein dieſes glückte mir nicht ſo gut, als ich wohl gewünſcht hätte. Ein, in einer verdünnten ſalpeterſalzſauren Goldauflöſung eingeweichter Streifen Elfenbein erlangte anfangs kein metalliſches Anſehn, als es unter Waſſer den Sonnenſtrahlen ausgeſetzt wurde; allein ich fand, als ich einen dieſer Streifen nach mehreren Monaten unterſuchte, daß er während dieſer Zeit ſich ſchwach übergoldet hatte.

Ich halte es für höchſt wahrſcheinlich, daß man Mittel werde ausfindig machen können, dieſen Prozeß zu bewerkſtelligen, und Elfenbein oder vielleicht auch manche andere Subſtanzen auf dieſem Wege zu vergolden, welches eine Acquiſition von Werth für die Künſte ſeyn würde.

Dieſe Methode, das Elfenbein zu verſilbern, die nicht nur kurz, ſondern auch ſehr ökonomiſch iſt, möchte ohne Zweifel in manchen Fällen, zu Verzierungen, mit Vortheil angewandt werden können. Der Prozeß iſt gewiß eigen, wenn man ihn auch weiter nicht, als wie einen phyſikaliſchen Verſuch betrachtet; und ich kenne keinen, wodurch die ſichtbaren und permanenten, durch Licht, ohne anſcheinende Wärme hervorgebrachten Wirkungen ſo beſtimmt und ohne Umſtände dargeſtellt würden.

XII.

Eine Unterſuchung,

das der

Wärme zugeſchriebene Gewicht

betreffend.

Eine Unterſuchung,

das der

Wärme zugeſchriebene Gewicht

betreffend.

(Vorgeleſen in der königlichen Sozietät am 2 Mai 1799.)

Die verſchiedenen Verſuche, welche bisher in der Abſicht ſind angeſtellt worden, um die ſo lange verhandelte Frage zu entſcheiden, ob Körper, wenn ſie erhitzt werden, an Gewicht zunehmen oder verlieren, ſind von einer ſo delikaten Art, und ſo manchen Irrungen, nicht blos wegen der Unvollkommenheiten der gebrauchten Inſtrumente, ſondern auch wegen der, noch weit ſchwerer zu ſchätzenden Unregelmäßigkeiten, die aus

den ſenkrechten Luftſtrömen in der Atmoſphäre entſtehen, und durch den heißen oder kalten Körper verurſacht werden, den man auf die Waage bringt, unterworfen, daß man ſich gar nicht verwundern muß, daß die Meinungen über eine, ſo ſchwer zu beſtimmende Sache ſo getheilt ſind.

Es iſt ſchon eine beträchtliche Zeit her, ſeit ich zuerſt anfieng, über dieſen Gegenſtand nachzudenken, und ich habe, in der Abſicht ihn zu unterſuchen, manche Verſuche angeſtellt. Bei dieſen habe ich mir alle Mühe gegeben, Irrthümer zu vermeiden, welche eine Kenntniß ihrer verſchiedenen Quellen, und ein ernſtlicher Wunſch, eine Thatſache zu entſcheiden, deren Kenntniß ich für ſo wichtig hielt, immer nur einflößen konnte. Allein obgleich mich alle meine Unterſuchungen mehr und mehr überzeugten, daß ein Körper durchs Erhitzen keine Zugabe an Gewicht erlangt, oder vielmehr, daß die Hitze keine Wirkung irgend einer Art auf die Gewichte der Körper hat, ſo bin ich doch von der Delikateſſe der Unterſuchung ſo ſehr überzeugt worden, daß ich mich lange Zeit vor einer entſcheidenden Meinung in dieſer Materie fürchtete.

Da ich durch die Verſuche ſehr überraſcht war, die in den Transactions of the Royal Society Vol. LXXV. verzeichnet, und von Dr. Fordyce über

das Gewicht angeſtellt worden ſind, welches das Waſſer, nachdem es gefroren iſt, erhalten ſoll; und da ich mich im Beſitz einer vortrefflichen Waage ſah, die Sr. Durchlaucht, dem Churfürſten von der Pfalz, Herzog von Baiern, gehörte; ſo nahm ich zu Anfange des Winters 1787 — ſobald als die Kälte zu meinem Vorhaben ſtark genug war — eine Wiederholung dieſer Verſuche vor, um mich ſelbſt zu überzeugen, ob man ſich auf dieſe auſſerordentliche Thatſache verlaſſen könne, und auch noch in der Abſicht, ſo weit als es in meiner Gewalt ſtand, jede Art von Irrthum und Betrug zu entfernen. Hier verfuhr ich nun auf folgende Weiſe.

Nachdem ich mich mit einer Anzahl von Glasflaſchen von derjenigen Größe und Geſtalt verſehen hatte, die man in England Florentiner Fläſchen (Florence flask) nennt, — ſo dünne als möglich geblaſen, — und von den nemlichen Dimenſionen, ſuchte ich unter dieſen zwei aus, die, nachdem ich jede Methode angewandt hatte, um ſie mit einander zu vergleichen, ſich ſo ähnlich ſahen, daß man ſie kaum unterſcheiden konnte.

In die eine dieſer Flaſchen, die ich A nennen will, brachte ich 4107,86 Gran Troygewicht reines deſtillirtes Waſſer, welches ſie etwa bis an die Hälfte erfüllte; und in die andere, B, brachte ich ein gleiches Gewicht

von ſchwachem Weingeiſt. Nachdem ich dieſe Flaſchen hermetiſch verſiegelt, abgewaſchen, und auſſen herum reinlich abgetrocknet hatte, hieng ich ſie an den Balken meiner Waage, und brachte dieſe in ein großes Zimmer, welches mehrere Wochen hindurch alle Tage regelmäßig durch einen (deutſchen) Ofen geheizt worden war, und worinn ſich die Luft mit kleinen Veränderungen meiſt auf 61° Fahrenheit erhielt. Nachdem ich die beiden Flaſchen ſo lange in Ruhe gelaſſen hatte, bis ich glaubte, daß ſie die Temperatur der ſie umgebenden Atmoſphäre angenommen haben konnten, wiſchte ich ſie von friſchem, mit einem ſehr reinen, trockenen Tuche ab, und brachte ſie in das möglichſt genaue Gleichgewicht, indem ich ein kleines Stückchen von ſehr feinem Silberdrath an denjenigen Arm der Waage brachte, welcher der leichteſte ſchien.

Ich hatte den Apparat in dieſer Lage ungefähr noch zwölf Stunden länger ſtehen laſſen, und da ich bis dahin keine weitere Veränderung an dem relativen Gewichte der Flaſchen wahrnahm, — welche immer im vollkommenſten Gleichgewichte blieben — ſo brachte ich ſie jetzt in ein großes, unbewohntes, nach Mitternacht zu gehendes Zimmer, in welchem ſich die (ſehr ruhige) Luft auf einer Temperatur von 29° Fahrenh. befand. Die Luft vor der Thüre ſtand um dieſelbe Zeit auf 27° F.; und ich ließ jetzt die Flaſchen, indem

ich herausgieng und die Thüre hinter mir verſchloß, ungeſtört, achtundvierzig Stunden, an den Armen des Waagbalkens befeſtigt, hängen.

Nach Ablauf dieſer Zeit gieng ich wieder hinein — wo ich die möglichſte Vorſicht anwandte, die Waage nicht zu ſtören oder zu bewegen — als ich, zu meinem großen Erſtaunen, die Flaſche A ſehr merklich überwiegend fand.

Das Waſſer, welches dieſe Flaſche enthielt, war vollkommen in eine ſolide Eismaſſe zuſammengefroren; allein der Weingeiſt in der Flaſche B zeigte nichts vom Frieren.

Ich ſtellte jetzt ſehr vorſichtig das Gleichgewicht wieder her, indem ich kleine Stückchen von ſehr feinem Drathe, aus dem man Goldtreſſen verfertigt, an den Arm, an welchem B hieng, befeſtigte, wo ich dann fand, daß die Flaſche A ihr Gewicht um $\frac{1}{3705}$ Theilchen ihres ganzen Gewichtes zu Anfange des Verſuches vermehrt hatte; denn das Gewicht der Flaſche mit ihrem Gehalte war 4811,23 Gran Troy (die Flaſche wog 703,37 Gran, und das Waſſer 4107,86), und erfoderte nun $\frac{134}{1000}$ Theilchen eines Granes, die an den entgegengeſetzten Arm der Waage gebracht werden mußten, um das Gleichgewicht herzuſtellen.

Da ich gerade zu dieser Zeit Gelegenheit hatte, an meinen Freund Sir Charles Blagden, über einen andern Gegenstand zu schreiben, so fügte ich ein Postskript zu meinem Briefe, worin ich ihm eine kurze Nachricht von diesem Versuche gab, und ihm sagte, „wie sehr meiner Erwartung entgegen", das Resultat desselben ausgefallen sey; allein ich fand bald nachher, daß ich mit meiner Mittheilung zu hastig verfahren sey. Sir Charles drückte in seiner Antwort auf meinen Brief Zweifel in Rücksicht der Sache selbst aus; allein ehe mich dieser Brief noch erreichte, hatte ich schon aus meiner eigenen Erfahrung gelernt, wie sehr gefährlich es sey, bei physikalischen Untersuchungen aus einzelnen Versuchen Schlüsse ziehen zu wollen.

Nachdem ich die Waage mit ihren beiden Flaschen aus der Kälte in ein warmes Zimmer gebracht, (welches beständig auf einer Temperatur von 61° blieb) thaute das Eis in der Flasche A auf; und nachdem dieses ganz in Wasser wieder verwandelt worden war, und die Temperatur der umgebenden Luft angenommen hatte, fand sich, daß die zwei Flaschen, rein und trocken abgewischt, eben soviel, wie zu Anfang des Versuches, ehe das Wasser gefroren war, wogen.

Eine Wiederholung dieses Versuches gab fast das nemliche Resultat, das Wasser schien, als es gefroren

war, schwerer zu seyn; allein einige Unregelmäßigkeiten bei der Art, auf welche das Wasser sein Zugewicht verlor, (das es beim Frieren erlangt zu haben schien,) wenn es thauete, und außerdem noch ein merklicher Unterschied in den Quantitäten von Gewicht, die es augenscheinlich bei den verschiedenen Versuchen erlangte, leiteten mich auf die Vermuthung, daß der Versuch diesen Umstand nicht werde entscheiden können. Ich nahm mir daher vor, ihn mit einigen Veränderungen und Verbesserungen zu wiederholen; ehe ich jedoch Nachricht von meinen weiteren Fortschritten hierin gebe, muß ich der Methode erwähnen, die ich verfolgte, um zu erfahren, ob die, in dem letzteren Versuche angeführten Erscheinungen nicht etwa aus der Unvollkommenheit meiner Waage entstanden wären, und es wird ebenfalls am rechten Orte seyn, hier von einem unmittelbar in der Absicht angestellten Versuche zu sprechen, um auf einem kürzeren Wege zu entdecken, ob Körper wirklich irgend ein Gewicht erhalten oder verlieren, wenn sie eine Quantität von versteckter Wärme dazu bekommen.

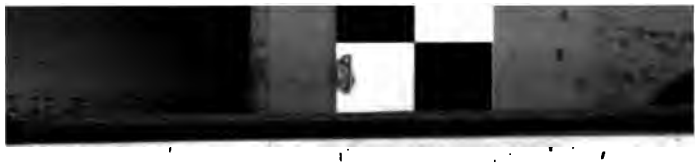
Mein Verdacht wegen der Genauigkeit der Waage entstand aus einer Kenntniß, — die ich vom Verfertiger derselben lernte, — der Art und Weise, wie sie eingerichtet war.

Die drei Hauptpunkte der Waage waren so ge-

nau als möglich, durch Meſſung beſtimmt worden, und die Bewegungsaxen in einer geraden Linie genau an ihren Stellen befeſtigt. Als hierauf der Waagbalken vollendet, und ſeine beiden Arme ins Gleichgewicht gebracht waren, wurde die Waage probirt, indem man Gewichte, die vorher ſchon als gleich ſchwer befunden worden waren, an die Enden der Arme hieng.

Wenn die Waage mit dieſen Gewichten im Gleichgewichte blieb, wurde dieß für einen Beweis angeſehen, daß der Balken gut ſey; wenn man jedoch fand, daß ein Arm das Uebergewicht hatte, ſo wurde der andere Gradweiſe verlängert, indem man ihn auf einem Amboße hämmerte, bis der Unterſchied der Länge der Arme auf nichts reduzirt war, oder bis gleiche Gewichte im Gleichgewichte ſtanden; hierbei wurde die Vorſicht angewandt, die beiden Enden des Balkens vor jeder Probe erſt ins Gleichgewicht zu ſetzen, indem man die Dicke des verlängerten Armes mit einer Feile verminderte.

Obgleich auf dieſe Weiſe die Waagen zu verfertigen, die vollkommenſte Gleichheit der Längen der Arme, und folglich die größtmöglichſte Genauigkeit erlangt werden kann, wenn man ſie zu einer Zeit braucht, wo die Temperatur der Luft die nemliche iſt, in der die Waage gemacht wurde, ſo vermuthete ich doch, da der Fall eintreten kann, daß, um die Arme



der Waage zu gleicher Länge zu bringen, einer derſelben mehr gehämmert worden ſey, wie der andere, es möglich wäre, daß die Textur des Metalles, woraus der Balken beſtand, durch dieſe Operation ſo ſehr verſchieden gemacht werden könnte, daß ein Unterſchied ihrer Expanſionen durch Hitze ſtatt fände; und daß dieſer Unterſchied einen beträchtlichen Irrthum veranlaſſen möchte, wenn man die Waage, mit großen Gewichten beſchwert, einer anſehnlichen Veränderung der Temperatur ausſetzte.

Um zu beſtimmen, ob die anſcheinende Vergrößerung an Gewicht bei den oben erzählten Verſuchen in irgend einem Grade aus dieſer Urſache entſtand, hatte ich bloß den Verſuch zu wiederholen, wobei ich dann die Plätze der Flaſchen A und B nur umwechſeln durfte. Da ich jedoch ſchon in den Reſultaten der verſchiedenen Wiederholungen des nemlichen Verſuches einen beträchtlichen Unterſchied gefunden hatte, da doch alle ſo viel als möglich unter den nemlichen Umſtänden angeſtellt worden waren, und da es über alles wichtig war, die Genauigkeit meiner Waage zu beſtimmen; ſo zog ich es vor, in dieſer Abſicht einen ganz beſondern Verſuch anzuſtellen.

Mein erſter Gedanke war, zwei gleiche, mit Queckſilber gefüllte Glaskugeln mittelſt feiner Dräthe an die Arme der Waage aufzuhängen, und ſie ſo lange dar-

an hängen zu laſſen, bis ſie die Temperatur des Zimmers erlangt hätten, ſie dann aber in die Kälte zu bringen, um zu ſehen, ob die Waage bei einer ſolchen Veränderung der Temperatur immer noch im Gleichgewichte bliebe; allein da ich die Hartnäckigkeit bedachte, mit welcher ſich die Feuchtigkeit an die Oberfläche des Glaſes hängt, und fürchtete, daß davon an einer Kugel etwas mehr als an der andern bleiben möchte, wodurch dann das ſcheinbare Gewicht vergrößert würde; und da ich auch noch durch einen früheren Verſuch gefunden hatte, von welchem in einer der vorſtehenden Abhandlungen Nachricht ertheilt worden (Siehe die: Ueber die, durch verſchiedene Subſtanzen aus der Atmoſphäre eingeſaugte Feuchtigkeit;) daß die vergoldeten Oberflächen der Metalle keine Feuchtigkeit anziehen (Siehe S. 394) ſo bediente ich mich, ſtatt der mit Queckſilber gefüllten Glaskugeln, zweier ſoliden Meſſingkugeln, die gut vergoldet und polirt waren, die ich mit feinen Golddräthchen an den Armen der Waage anhieng.

Dieſe Kugeln, wovon jede 4975 Gran wog, wurden vollkommen rein abgewiſcht, und nachdem ſie die Temperatur meines Zimmers (61° Fahrenh.), in welchem ſie über vier und zwanzig Stunden geblieben waren, erlangt hatten, brachte ich ſie in das äußerſt-genaueſte Gleichgewicht, worauf ſie an den Armen der Waage in ein Zimmer gebracht wurden,

in welchem die Luft in der Temperatur von 26° war, worinn ſie die ganze Nacht hindurch blieben.

Das Reſultat dieſer Probirung lieferte den genugthuendſten Beweis von der Genauigkeit meiner Waage; denn beim Eintritt in das Zimmer, fand ich das Gleichgewicht ſo vollkommen, wie zu Anfange des Verſuches.

Nachdem ich auf ſolche Weiſe meine Zweifel in Bezug auf die Genauigkeit meiner Waage gehoben hatte, nahm ich meine Unterſuchungen in Bezug auf die Vermehrungen des Gewichtes wieder vor, welche Flüſſigkeiten beim Gefrieren annehmen ſollen.

Bei den Verſuchen, die ich angeſtellt hatte, war ich, meiner Meinung nach, vor jeder Quelle des Irrthums und Betruges auf meiner Huth geweſen. Da die Flaſchen von einerlei Größe, und während des Verſuches keine merkbaren Veränderungen des Druckes der Atmoſphäre vorhanden waren, auch der unvermeidliche Unterſchied der Dichtigkeit der Luft im heißen und kalten Zimmer, in denen ſie gewogen wurden, keinen Einfluß auf ihr erſcheinendes Gewicht äußern konnten; da außerdem noch ihre Größen und Quantitäten an der Oberfläche einerlei waren, und ſie eine ſo beträchtlich lange Zeit hindurch in der Hitze und Kälte ſtanden, ſo ſchmeichelte ich mir, daß die Quan-

titäten von Feuchtigkeit, die an ihrer Oberfläche hängen blieben, nicht ſo ſehr von einander abweichen könten, daß ſie merkbare Wirkungen auf die Reſultate zu äußern vermöchten. — Allein, was den letztern Umſtand betrifft, ſo fand ich bald hernach Grund zu ſchließen, daß meine Meinung irrig geweſen ſey.

Indem ich die Thatſache des Dr. Fordyce als richtig annahm (welche meine Verſuche eher zu bekräftigen, als umzuſtoßen ſchienen,) — konnte ich keine andere Urſache der Vergrößerung des ſcheinbaren Gewichtes des Waſſers ausfinden, als den Verluſt des ſo großen Theiles ſeiner latenten Wärme, die ſich, wie man weiß, aus dieſer Flüſſigkeit beim Gerinnen entbindet; und ich ſchloß, daß, wenn der Verluſt latenter Wärme dem Gewichte eines Körpers zugeſetzt würde, dieſer nothwendig auf einen andern die nemliche Wirkung haben, und folglich die Vermehrung der Quantität dieſer latenten Wärme — bei allen Körpern — und in allen Fällen — ihre ſcheinbaren Gewichte vermindern müſſe. —

Um zu beſtimmen, ob dieß hier wirklich der Fall ſey, oder nicht, ſtellte ich folgenden Verſuch an.

Ich hatte mich mit zwei Flaſchen verſehen, die ſich in allen Stücken ſo ähnlich, als möglich, und völlig von der Art zeigten, wie die im letzten Verſuche

angewandten. Ich brachte in eine derſelben 4012,46 Gran Waſſer, und in die andere ein gleiches Gewicht von Queckſilber. Nachdem ich ſie hermetiſch verſiegelt, und an die Arme meiner Waage aufgehangen hatte, ließ ich ſie die Temperatur des Zimmers, 61° annehmen. Hierauf brachte ich ſie in ein vollkommnes Gleichgewicht, und dann in eine Kammer, wo ſie in einer Temperatur von 34° vier und zwanzig Stunden blieben. — Allein es zeigte ſich nicht die geringſte Erſcheinung eines vermehrten oder verlornen Gewichtes.

Hier iſt es aber ſehr gewiß, daß die vom Waſſer verlorne Quantität von Wärme beträchtlich größer geweſen ſeyn müſſe, als die, welche das Queckſilber verlor; die ſpezifiſchen Quantitäten von latenter Wärme im Waſſer und im Queckſilber ſind gegen einander wie 1000 zu 33 beſtimmt worden; allein dieſer Unterſchied im Verluſte der Quantitäten von Wärme brachte bei dieſen Flüſſigkeiten keinen merklichen Unterſchied zum Vorſchein.

Wäre wirklich ein Unterſchied im Gewichte vorhanden geweſen, ſo hätte ich ihn ſicher entdeckt, — und hätte es nur ein $\frac{1}{70000}$ Theilchen dieſes Gewichtes betragen, ſo wäre ich im Stande geweſen, ihn zu meſſen; ſo genau und empfindlich iſt die Waage, welche ich bei meinen Verſuchen brauchte.

Mein Verdacht wurde jetzt um ſo mehr beſtätigt, daß der ſcheinbare Zuwachs an Gewichte des gefrornen Waſſers aus einer zufälligen Urſache entſtanden ſey; allein ich war nicht im Stande, einzuſehen, welche Urſache dieſes möglicher Weiſe ſeyn könnte — wenn es nicht entweder die größere Menge von Feuchtigkeit geweſen wäre, die ſich an der äußern Oberfläche der Flaſche, die das Waſſer enthielt, in größerer Menge angeſchlagen, als an jener mit Weingeiſt erfüllten — oder irgend ein vertikaler Luftſtrom oder Luftſtröme, die durch die Flaſchen verurſacht worden, oder daß eine derſelben nicht die Temperatur der ſie umgebenden Atmoſphäre gehabt habe.

Wiewohl ich dieſe Zufälle vorausgeſehen, und mich hinlänglich gegen ſie verwahrt hatte — daß ich nemlich Flaſchen von gleicher Größe und Geſtalt — die von gleichem Glaſe — und zu einerlei Zeit geblaſen waren — wählte, und dieſe Flaſchen während des Verſuches ſo eine beträchtliche Zeit den verſchiedenſten Hitz- und Kältegraden ausgeſetzt ließ; ſo entſchloß ich mich, da ich die relativen Leitungskräfte für Wärme von Eis und Weingeiſt, oder, mit andern Worten — die Grade der Leichtigkeit und Schwierigkeit, mit welcher ſie die Temperatur des Mediums annehmen, welchem ſie ausgeſetzt ſind; — oder auch die zu dieſer Operation erforderliche Zeit, nicht kannte;

und folglich nicht absolut gewiß von der Gleichheit der Temperaturen des Inhaltes der Flaſchen zur Zeit, wo ihre Gewichte verglichen wurden, war; ſo entſchloß ich mich, ſage ich, die Verſuche jetzt mit ſolchen Veränderungen zu wiederholen, daß der Gegenſtand außer allen Zweifel geſetzt werden konnte.

Ich war um ſo ängſtlicher, mich der wirklichen Temperatur der Flaſchen und ihres Inhaltes zu verſichern, da jeder Unterſchied hierinn den Verſuch nicht nur dadurch verderben konnte, daß Luftſtröme verurſacht wurden, ſondern auch daß eine größere oder geringere Menge von Feuchtigkeit am Glaſe hängen blieb.

Um dieſen Fehlern vorzubeugen, und auch den Verſuch auffallender und befriedigender in anderer Rückſicht zu machen, verfuhr ich auf folgende Weiſe.

Nachdem ich mich mit drei Flaſchen A, B und C, verſehen hatte, die einander ſo ähnlich, wie möglich waren, und den vorher erwähnten in jeder Rückſicht glichen; brachte ich in die erſte derſelben, A, 4214,28 Gran Waſſer, und ein kleines, zu dieſer Abſicht verfertigtes Thermometer, welches ſo in der Flaſche aufgehängt

war, daß ſeine Kugel in die Mitte der Waſſermaſſe zu ſtehen kam; in die zweite Flaſche B, that ich eine gleiche Quantität von Weingeiſt, mit einem ähnlichen Thermometer, und in die dritte C, ein gleiches Gewicht Queckſilber.

Die, ſämmtlich hermetiſch verſiegelten Flaſchen wurden in ein großes Zimmer gebracht, und hier in eine, von den Thüren und Fenſtern weit entfernte Ecke geſtellt, wo die Luft völlig ruhig ſchien; nachdem ſie hier über vier und zwanzig Stunden bei einer Temperatur von 61° liegen geblieben waren, und die Inhalte der Flaſchen A und B, ihren Thermometern zufolge, auf einerlei Temperatur ſtanden, ſo wurden alle drei mit einem reinen Tuche abgewiſcht. Hierauf ließ man ſie noch ein paar Stunden länger in der freien Luft des Zimmers, damit, wenn noch Ungleichheiten irgend einer Art von Wärme — oder angehängter Feuchtigkeit — die etwa durch das Abwiſchen verurſacht ſeyn könnten, vorhanden wären, dieſe durch die ſie umgebende Atmoſphäre verbeſſert würden. Nachdem dieſes geſchehen war, wog ich ſie alle, und brachte ſie mittelſt feinen Silberdrathes in das vollkommenſte Gleichgewicht.

Hierauf wurden alle Flaſchen in ein Zimmer gebracht, deſſen Temperatur auf 30° ſtand, wo ſie

acht und vierzig Stunden vollkommen ruhig und ungeſtört liegen blieben. Die Flaſchen A und B waren in der Waage, und C in gleicher Höhe an dem Arm eines Statives aufgehängt, das ſo nahe als möglich, an der Waage ſtand; zu ihrer Seite hing ein ſehr empfindliches Thermometer.

Nach Verlauf jener Zeit — während welcher der Apparat in dieſer Lage blieb — trat ich wieder ins Zimmer, und öffnete die Thür ſehr ſanft, um die Waage nicht etwa zu beunruhigen; wo ich dann das Vergnügen hatte, die drei Thermometer — nemlich das der Flaſche A (das jetzt in einen Eisklumpen eingeſchloſſen war) — das der Flaſche B — und das, in der freien Luft des Zimmers aufgehängte, alle auf der nemlichen Stelle, 29° Fahrenh., die Flaſchen A und B aber im vollkommenſten Gleichgewichte ſtehen zu finden.

Um mich zu überzeugen, daß das Spiel der Waage frei vor ſich gehe, näherte ich mich ſehr leiſe, und ließ ſie ſchwanken; hier hatte ich aber das Vergnügen, zu finden — daß ſie ſich nicht nur mit der größten Freiheit bewegte; — ſondern auch — wenn ihre Bewegung aufhörte — genau am alten Punkte wieder ſtehen blieb.

Ich nahm jetzt die Flaſche B von ihr ab, und

brachte C an ihren Platz; hier fand ich, daß dieſe gleichfalls das nemliche anſcheinende Gewicht zeigte, wie zu Anfange des Verſuches, denn ſie blieb mit A im völligſten Gleichgewichte.

Ich brachte nochmals den ganzen Apparat in ein warmes Zimmer, ließ das Eis in der Flaſche aufthauen, und dann alle Flaſchen die Temperatur der ſie umgebenden Luft annehmen; ich wiſchte ſie ſodann reinlich ab, und fand bei ihrer Vergleichung unter einander, daß ſie ihr Gewicht nicht geändert hatten.

Ich wiederholte den Verſuch noch mehreremale, und fand jedesmal das nemliche Reſultat. Das Waſſer ſchien in keinem Falle an Gewicht zu- oder abzunehmen, es mogte frieren, oder thauen. Eben ſo wenig die andern Flüſſigkeiten.

Wenn die Flaſchen zu einer Zeit gewogen wurden, wo ihr Inhalt nicht genau auf der nemlichen Temperatur ſtand, ſo ſchienen ſie oft etwas von ihrem Gewichte gewonnen, oder verloren zu haben; — allein, dieß entſtand ohne Zweifel aus den Luftſtrömen, die ſie in der Atmoſphäre hervorbrachten, wenn ſie in ſelbiger erhitzt oder abgekühlt wurden. Oder von der ungleichen Menge von Feuchtigkeit, die ſich auſſen anſchlug; — vielleicht wirkten auch beide Urſachen gemeinſchaftlich.

Da ich wußte, daß die Leitungskraft des Queckſilbers, in Bezug auf Wärme, beträchtlich größer war, als ſowohl die des Waſſers, wie auch des Weingeiſtes, weil deſſen Capazität, die Hitze zurückzuhalten, weit geringer iſt, als die von jedem von beiden, ſo hielt ich es nicht für nothwendig, ein Thermometer in die Flaſche C mit Queckſilber einzuſchließen. Denn es war leicht einzuſehen, wenn die andern Flaſchen, ihren Thermometern zufolge, die Temperatur der Zimmer erlangt hatten, die Flaſche C mit ihrem Inhalte ſie auch haben, und ſchon früher erlangt haben müßte, als jene; denn die Zeit, in der ſich ein Körper erhitzt, oder abkühlt, verhält ſich, das Uebrige gleich, wie die Capazität dieſes Körpers direkt, Hitze anzunehmen, und bei ſich zu behalten, und umgekehrt, wie ſeine Leitungskraft dafür.

Die Flaſchen waren an etwa zwei Zoll langen Silberdräthen, die am Ende Haken hatten, an die Waage aufgehangen; und beim An- und Abhängen trug ich Sorge, das Glas nicht zu berühren. Ich vermied ebenfalls bei aller Gelegenheit und beſonders im kalten Zimmer, der Waage mit meinem Athem zu nahe zu kommen, oder irgend einen Theil des Apparates mit der bloßen Hand zu berühren.

Nachdem ich beſtimmt hatte, daß das Waſſer kein

Gewicht erlangt, oder verliert, wenn es vom flüſſigen Zuſtande in den des Eiſes und umgekehrt verſetzt wird, ſo will ich jetzt Abſchied von einem Gegenſtande nehmen, welcher mich ſehr lange beſchäftigt, und mir viel Arbeit und Mühe gekoſtet hat; ich bin völlig (durch jene Verſuche) überzeugt worden, daß, wenn die Wärme in der That eine Subſtanz, oder eine Materie (Stoff) iſt, — eine Flüſſigkeit eigener Art, wie man angenommen hat — welche, indem ſie von einem Körper zu einem andern geht, und hier angehäuft wird, die unmittelbare Urſache der Erſcheinungen ausmacht, die wir an erwärmten Körpern beobachten (wogegen ich jedoch mir nicht helfen kann, Zweifel zu hegen), ſo muß ſie doch etwas ſo unendlich dünnes, ſelbſt in ihrem verdichteten Zuſtande ſeyn, daß ſie allen unſern Bemühungen, ſie zu meſſen, Hohn ſpricht. Und wenn die Meinung, die ſo viele unſerer geſchickteſten Phyſiker angenommen haben, gültig befunden wird, daß nemlich die Wärme nichts ſey, als eine innerliche erſchütternde Bewegung der conſtituirenden Theilchen des erhitzten Körpers, ſo iſt es klar, daß durch ſolch' eine Bewegung die Gewichte der Körper nicht im Geringſten affizirt werden können.

Es iſt kein Zweifel, daß alle die Verſuche, welche in der Abſicht unternommen worden ſind, das Gewicht zu beſtimmen, welches Körper beim Erhitzen oder Er-

kälten gewinnen, oder verlieren ſollen, auf die Vorausſetzung ſind unternommen worden, daß die Wärme ein, von dem erhitzten Körper abgeſonderter, oder verſchiedener Stoff ſey; und nach dieſer Vorausſetzung (ohne dieſelbe jedoch ganz annehmen zu wollen, da ich ſie nicht für hinlänglich bewieſen halte) ſind alle meine Unterſuchungen gerichtet worden.

Die Verſuche mit Waſſer und mit Eis ſind auf eine Art angeſtellt worden, welche ich für völlig unſtreitig halte; — bei welchen keine einzige fremde Urſache die Reſultate derſelben ſtören konnte; — und wo die Quantität von Wärme, die das Waſſer, wenn es friert, fahren läßt, ſo beträchtlich iſt, daß, wenn der Verluſt derſelben keinen Einfluß auf das ſcheinbare Gewicht hat, man annehmen kann, daß wir nie im Stande ſeyn werden, einen Verſuch vorzurichten, wo wir das Gewicht der Wärme merklich machen können.

Man hat gefunden, daß das Waſſer durch das Frieren eine Quantität von Wärme verliert, die ſich auf 140° Fahrenheit beläuft; oder — welches das nemliche iſt — wenn die Wärme, welche eine gegebene Menge von Waſſer, die vorher bis zum Gefrierpunkte erkältet worden iſt, wirklich verliert, wenn ſie zu Eis gemacht wird, [von einer gleichen Quantität

von Waſſer, bei der gegebenen Temperatur (des Gefrierpunktes) eingeſchluckt wird, ſo würde ſie dieſes auf 140° erhitzen, oder das Thermometer zu der Temperatur von (32° + 140°) 162° der Fahrenheitiſchen Skale erhöhen, welches nur um 60° geringer iſt, als kochendes Waſſer *). Folglich verliert eine gegebene Quantität von Waſſer, die am Gefrierpunkte ſteht, wenn ſie wirklich zu Eis wird, faſt eben ſo viel Wärme, als hinreichen würde, ſie zum Kochen zu bringen.

Es iſt daher klar, daß der Unterſchied der Quantitäten von Wärme, welche das Waſſer in ſeinem flüſſigen Zuſtande und bis zur Temperatur von 61° erwärmt, enthält, und der im Eiſe bei den letztern Verſuchen enthaltenen, demjenigen ſehr nahe kam, den das Waſſer in einem Zuſtande von Kochen, und beim Gefrieren zeigt.

Dieſe Menge von Wärme wird aber noch weit beträchtlicher erſcheinen, wenn wir die große Fähigkeit in Erwägung ziehen, die das Waſſer hat, die Wärme feſtzuhalten, und die große Wirkung, welche die, das

*) Hier ſind wohl Schreibfehler im Texte; es muß heißen (32° + 140°) 172°; daher nur 40° am Siedepunkte noch fehlen.

A. d. Ueb.

Waſſer beim Gefrieren verlaſſende Wärme hervorbringen würde, wenn ſie einem andern Körper mitgetheilt oder von ihm eingeſogen würde, deſſen Kraft, ſie zu empfangen und zu erhalten weit geringer wäre.

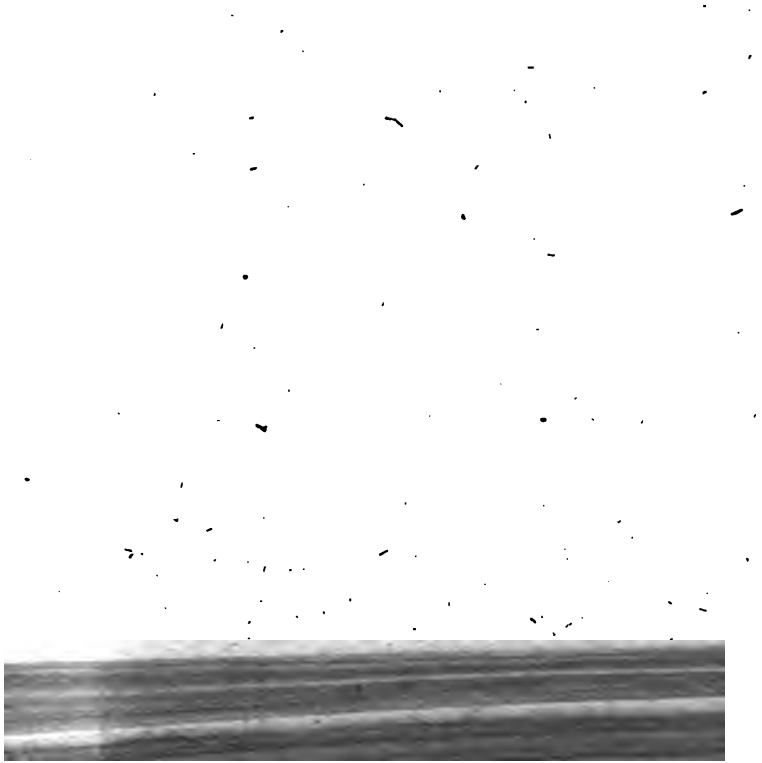
Die Capazität des Waſſers für Wärme — welches man auch die ſpezifiſche Qualität latenter Wärme genannt hat — verhält ſich, wie man gefunden hat, zu der von Gold, wie 1000 zu 50, — oder wie 20 zu 1; würde folglich die Wärme, die eine gegebene Quantität Waſſer durchs Gefrieren verliert — einem gleichen Gewichte von Gold bei der Temperatur des Gefrierpunktes mitgetheilt; ſo würde dieſes, ſtatt auf 162 Grade erwärmt zu werden, $140° \times 20 = 2800°$ erhitzt, oder bis zum hellen Rothglühen gebracht werden.

Es ſcheint daher durch meine Verſuche klar bewieſen zu ſeyn, daß eine Quantität von Wärme, die der gleich wäre, welche 4214 Gran (etwa $9\frac{3}{4}$ Unzen) Gold verlangen würden, um von der Temperatur des Froſtes des Waſſers an bis zum Rothglühen erhitzt zu werden, keine bemerkbare Wirkung auf eine Waage äuſſern, die im Stande iſt, eine ſo geringe Veränderung am Gewichte, wie $\frac{1}{1000000}$ Theil des Körpers, wovon die Rede iſt, anzuzeigen. Und wenn das Gewicht des Goldes durch einen Millionentheil weder vermehrt, noch vermindert wird, wenn man es

vom Gefrierpunkte des Waſſers an bis zu dem des hellen Glühens erhitzt, ſo können wir, wie ich glaube, ſicher ſchließen, daß alle Bemühungen, einen Einfluß der Wärme auf die ſcheinbaren Gewichte der Körper zu entdecken, fruchtlos ſeyn werden.

XIII.

Nachtrag.



Nachtrag.

Die vorhergehende Abhandlung iſt eigentlich in der Abſicht aufgeſetzt worden, um der königlichen Sozietät vorgelegt zu werden. Meine Achtung für dieſe gelehrte Verſammlung beſtimmte mich, meine Beobachtungen bloß auf ſolche Punkte einzuſchränken, die ich für neu hielt; und ich berührte eine Menge anderer Verſuche nicht, die ich im Laufe meiner Unterſuchungen anſtellte, weil ſie denen ſehr ähnlich waren, die andere ſchon vordem angeſtellt hatten, und weil ihre Reſultate keine hinlänglichen Gründe zu verſchaffen ſchienen, um eine entſchiedene Meinung in meiner Frage zu bilden. Es befanden ſich indeß unter dieſen

Verſuchen zwei oder drei, von welchen ich jetzt Nachricht geben will, da man ſie doch der Erwähnung werth finden kann.

Die meiſten Verſuche, aus deren Reſultaten die Phyſiker verleitet worden ſind, ihre Meinungen, in Bezug auf die Ponderabilität der Wärme zu bilden, wurden ſo angeſtellt, daß man den nemlichen Körper in verſchiedenen Temperaturen wog. Auf dieſe Art hat man ſolide Metallkugeln, z. B. Kanonenkugeln, häufig gewogen, erſt, wenn ſie kalt, und dann, wenn ſie glühend waren, und aus dem ſcheinbaren Unterſchiede des Gewichtes in dieſen beiden Fällen Schlüſſe, in Bezug auf das Gewicht oder die Leichtigkeit der Wärme gezogen. — Allein wären auch die zahlloſen Urſachen des Irrthumes bei dieſen ſchwierigſten aller Verſuche weniger ſichtbar geweſen, als ſie wirklich ſind, ſo ſind auch die Reſultate derſelben, welche durch verſchiedene Perſonen unternommen worden, ſo verſchieden und widerſprechend ausgefallen, daß man durchaus nichts auf ſie zu bauen im Stande iſt.

Wenn ein erhitzter Körper in der Luft an den Arm eines Waagbalkens aufgehängt wird, um ihn zu wägen, ſo verurſacht, da er unaufhörlich der mit ihm in Berührung ſtehenden Flüſſigkeit Wärme abgiebt, durch Mittheilung einen ſtarken aufſteigenden Luftſtrom der

und zu den Seiten des Körpers, welcher dann nicht fehlen kann, Einfluß auf das Reſultat des Verſuches zu äuſſern, und die daraus gezogenen Schlüſſe trüglich zu machen. Um dieſe Irrthümer zu vermeiden, ſtellte ich folgende Verſuche an.

Der zu wiegende heiße Körper, welches eine kleine, metallene, bis zum Glühen erhitzte Kugel war, wurde in einer kleinen hemiſphäriſchen Porzellanſchaale, welche einen dünnen, etwa einen Zoll hohen Fuß oder Geſtelle hatte, auf die Waagſchaale gelegt. Dieſe Schaale von Porzellan wurde ſodann, wenn die heiße Kugel hineingebracht war, mit einer porzellanenen Kaffeeobertaſſe bedeckt, welche, ohne die Kugel zu berühren, die erwärmte, ſie umgebende Luft einſchloß. Dieſe Obertaſſe und die Unterſchaale wurden ſehr genau durch entgegengeſetzte Gewichte in der andern Waagſchaale aufgewogen, ehe man die Kugel hineinthat.

Der nachfolgende Verſuch wurde zu München, am 20 April 1785 angeſtellt; das Wetter war wolkig, mit untermiſchtem Sonnenſchein, das Thermometer in meinem Zimmer ſtand auf 52° Fahr., und das Barometer auf 26 Zoll 4 Linien franzöſiſches Maaß.

Dreißig Minuten nach Zwölf wurde eine kleine Kugel von gegoſſenem Eiſen — ſehr gut geformt, — und dem Anſcheine nach ſolid, nachdem

ſie wohl gewaſchen, und mit Sand abgeſcheuert worden, hierauf aber völlig getrocknet worden war, in einem reinlichen Porzellangefäße, mitten in eine Miſchung von geſtoßenem Eis und Seeſalz geſtellt, bis ſie die Temperatur von 25° Fahrenh. (7 Grad unter dem Gefrierpunkte des Waſſers) erlangte, worauf ſie ſorgfältig gewogen wurde. Ihr Gewicht betrug ſehr genau 773$\frac{1}{4}$ Gran Troygewicht.

Um 1 Uhr 30 Min. Nachmitt. wurde dieſelbe Kugel, nachdem ſie dreißig Minuten lang in einem reinen, trockenen Porzellangefäße, in eine Sandkapelle in die Temperatur von 212° Fahr., oder die des kochenden Waſſers gebracht worden war, wieder gewogen, als ſie noch heiß war, und hier fand ſich, daß ſie nicht mehr, als 773$\frac{1}{4}$ Gran Troygewicht wog.

Um 2 U. 0 Min. N. M. Nachdem die Kugel funfzehn Minuten lang in einem reinen, heſſiſchen Schmelztiegel, wohl bedeckt, der Hitze eines ſtarken Holzkohlenfeuers ausgeſetzt und durchaus glühend geworden war, wog ſie 773$\frac{3}{4}$ Gran.

Als die Kugel noch glühend war, wurde ſie wieder in den Tiegel gethan, und noch einmal dem Feuer ausgeſetzt, welches jetzt ſehr hell brannte. Um 2 U.

20 Min. war ſie bis zum Weißglühen gekommen, und gab Zeichen von Schmelzung, da ſich kleine Blaſen auf ihrer Oberfläche erhoben. In dieſem Zuſtande wurde ſie aus dem Feuer genommen, und ſehr ſorgfältig ſechzehnmal, nach einander gewogen, wo ihr Gewicht war, wie folgt:

Zeit, wenn ſie gewogen wurde.				Gefundenes Gewicht.
Um	2 U.	20	—	$773\frac{11}{64}$ Gran.
	2	21	—	$773\frac{13}{64}$
	2	23	—	$773\frac{13}{64}$
	2	26	—	$772\frac{61}{64}$
	2	29	—	$773\frac{3}{64}$
	2	32	—	$773\frac{11}{64}$
	2	43	—	$773\frac{63}{64}$
	2	46	—	$774\frac{7}{64}$
	2	49	—	$774\frac{11}{64}$
	2	52	—	$774\frac{13}{64}$
	2	56	—	$774\frac{10}{64}$
	2	58	—	$774\frac{23}{64}$
	3	1	—	$774\frac{25}{64}$
	3	18	—	$774\frac{30}{64}$
*)	3	25	—	$774\frac{34}{64}$
	6	15	—	$774\frac{60}{64}$

*) Gerade in dem Augenblicke, ehe dieſesmal gewogen wurde, hatte man die Obertaſſe, die die Kugel in der Schaale bedeckte, einen Augenblick abgenommen,

Gleich nach dem letzten Wiegen ſchien der ganze Apparat die Temperatur der Luft des Zimmers, 60°, angenommen zu haben. Man nahm jetzt die Kugel weg, und wog die Porzellangefäße wiederum, wo ſie während des Verſuches $\frac{1}{4}$ Gran am Gewicht verloren zu haben ſchienen.

Dieſen anſcheinenden Verluſt konnte ich weiter keiner Urſache beimeſſen, als dem innigen Austrocknen der Schaalen, durch die heiße Kugel, und dem Trocknen der ſeidenen Fäden, wodurch die, die Gefäße enthaltenden Waagſchaalen am Arme der Waage getragen wurden.

Dieſes Gewicht $= \frac{1}{4}$ Gran, welches erfodert wurde, um die Waagſchaalen am Ende des Verſuches wieder ins Gleichgewicht zu ſetzen, zu dem ſcheinbaren Gewichte der Kugel um 6 Uhr 15 Min. $= 774\frac{1}{2}$ zugeſetzt, ſcheint ihr wahres Gewicht $775\frac{3}{4}$ Gran geweſen zu ſeyn.

um nach der Kugel zu ſehen, ſie aber ſogleich wieder hingeſtellt. Was bei dieſer Gelegenheit entwich, wage ich nicht zu ſagen, doch iſt gewiß, daß deſſen Gewicht wenigſtens $\frac{3}{4}$ eines Granes betrug.

A. d. V.

Da das Gewicht der Kugel um 1 Uhr 30 Min. nicht mehr, als $773\frac{5}{12}$ Gran betragen hatte, ſo ſcheint es, daß das Eiſen hier durchs Glühen ein Gewicht von $775\frac{1}{12} - 773\frac{5}{12} = 2\frac{7}{8}$ Gran an Gewicht dazu erhalten habe.

Dieſe Zunahme entſtand ohne Zweifel aus der partiellen Oxydation des Eiſens. Es entſprang ſicher nicht von der Wärme, denn es blieb, nachdem die Kugel kalt geworden war.

Nachricht von einem Verſuche, mit einer Kugel von feinem Golde angeſtellt.

München am 23 April 1785. — Das Wetter trübe — mit untermiſchtem Sonnenſchein. — Thermometer in meinem Zimmer 65° Fahr. — Barometer 26 Zoll 4 Linien.

Eine kleine Kugel von feinem Golde, zehn deutſche Dukaten am Werth, die ich mir vom Münzmeiſter verſchafft, wog in der freien Luft meines Zimmers $477\frac{157}{250}$ Gran.

Die kleine offene Porzellantaſſe, in der die Kugel gewogen wurde, wog ſich genau durch ein Gewicht $= 440\frac{3}{4}\frac{18}{50}$ Gran auf.

Um 10 Uhr 5 Minuten V. M. Die Kugel bis zum hellen Glühen erhitzt, was dem Weißglühen nahe kam, wurde in dem Porzellangefäße in freier Luft gewogen, und beides zuſammen hatte $\frac{113}{250}$ eines Granes an ſeinem Gewichte verloren.

Als ich die Kugel ſogleich entfernte, fand ich, daß die Taſſe, oder vielmehr ſie und die Schaale,

in welcher sie lag, zusammen $\frac{130}{250}$ Theile eines Granes verloren hatte.

Folglich mußte die Kugel durch das Glühen an ihrem Gewichte $\frac{3}{250}$ eines Granes verloren haben, oder sie schien, als sie kalt geworden war, $\frac{1}{10.11}$ Theil ihres ganzen Gewichtes leichter geworden zu seyn.

Bei Wiederholung des Versuches hatte ich fast das nemliche Resultat; als ich jedoch denselben abänderte, indem ich die heiße Kugel in der Waagschale auf allerlei Art bedeckte, fand ich solche Abweichungen in den Resultaten, daß ich mich überzeugt fühlte, die oben, erwähnte scheinbare Verminderung am Gewichte möge eher aus einem Luftstrom der Atmosphäre entstanden seyn, und daß folglich Versuche der Art zur Entscheidung der relativen Veränderung des Gewichtes der erhitzten Körper, oder der Ponderabilität der Wärme nichts beitragen können.

Ich richtete späterhin einen Apparat ein, um einen andern Versuch auf eine, nicht so bestreitbare Weise vorzunehmen. Ich wollte mir drei hohle, sehr dünne Messingkugeln verfertigen lassen, wovon eine größer als die andere war, und die in der Mitte geöffnet werden konnten, wie eine Tabaksdose, so daß man eine in die andere hineinlegte. In die innerste

Nachricht von einem Verſuche, mit einer Kugel von feinem Golde angeſtellt.

München am 23 April 1785. — Das Wetter trübe — mit untermiſchtem Sonnenſchein; — Thermometer in meinem Zimmer 65° Fahr. — Barometer 26 Zoll 4 Linien.

Eine kleine Kugel von feinem Golde, zehn deutſche Dukaten am Werth, die ich mir vom Münzmeiſter verſchaffte, wog in der freien Luft meines Zimmers $477\frac{15}{25}$ Gran.

Die kleine offene Porzellantaſſe, in der die Kugel gewogen wurde, wog ſich genau durch ein Gewicht $= 440\frac{23}{25}$ Gran auf.

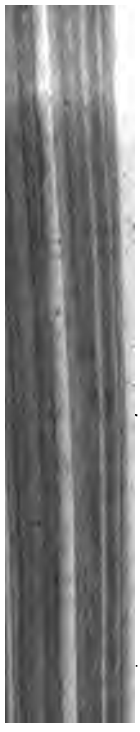
Um 10 Uhr 5 Minuten V. M. Die Kugel bis [illegible] Hellen Glühen erhitzt, was dem Weißglühen [illegible] kam, wurde in dem Porzellangefäße in freier [illegible] gewogen, und beides zuſammen hatte $\frac{23}{25}$ eines [illegible] es an ſeinem Gewichte verloren.

[illegible] [illegible] [illegible] [

Ich ließ daher meinen Apparat unvollendet, und richtete meine ganze Aufmerkſamkeit auf die Verſuche, von welchen ich in der erſten der beiden Abhandlungen Nachricht mitgetheilt habe.

XIII.

Nachtrag.



Nachtrag.

Die vorhergehende Abhandlung iſt eigentlich in der Abſicht aufgeſetzt worden, um der königlichen Sozietät vorgelegt zu werden. Meine Achtung für dieſe gelehrte Verſammlung beſtimmte mich, meine Beobachtungen bloß auf ſolche Punkte einzuſchränken, die ich für neu hielt; und ich berührte eine Menge anderer Verſuche nicht, die ich im Laufe meiner Unterſuchungen anſtellte, weil ſie denen ſehr ähnlich waren, die andere ſchon vordem angeſtellt hatten, und weil ihre Reſultate keine hinlänglichen Gründe zu verſchaffen ſchienen, um eine entſchiedene Meinung in meiner Frage zu bilden. Es befanden ſich indeß unter dieſen

Versuchen zwei oder drei, von welchen ich jetzt Nachricht geben will, da man sie doch der Erwähnung werth finden kann.

Die meisten Versuche, aus deren Resultaten die Physiker verleitet worden sind, ihre Meinungen, in Bezug auf die Ponderabilität der Wärme zu bilden, wurden so angestellt, daß man den nemlichen Körper in verschiedenen Temperaturen wog. Auf diese Art hat man solide Metallkugeln, z. B. Kanonenkugeln, häufig gewogen, erst, wenn sie kalt, und dann, wenn sie glühend waren, und aus dem scheinbaren Unterschiede des Gewichtes in diesen beiden Fällen Schlüsse, in Bezug auf das Gewicht oder die Leichtigkeit der Wärme gezogen. — Allein wären auch die zahllosen Ursachen des Irrthumes bei diesen schwierigsten aller Versuche weniger sichtbar gewesen, als sie wirklich sind, so sind auch die Resultate derselben, welche durch verschiedene Personen unternommen worden, so verschieden und widersprechend ausgefallen, daß man durchaus nichts auf sie zu bauen im Stande ist.

Wenn ein erhitzter Körper in der Luft an den Arm eines Waagbalkens aufgehängt wird, um ihn zu wägen, so verursacht, da er unaufhörlich der mit ihm in Berührung stehenden Flüssigkeit Wärme abgiebt, diese Mittheilung einen starken aufsteigenden Luftstrom der

und zu den Seiten des Körpers, welcher dann nicht fehlen kann, Einfluß auf das Reſultat des Verſuches zu äuſſern, und die daraus gezogenen Schlüſſe trüglich zu machen. Um dieſe Irrthümer zu vermeiden, ſtellte ich folgende Verſuche an.

Der zu wiegende heiße Körper, welches eine kleine, metallene, bis zum Glühen erhitzte Kugel war, wurde in einer kleinen hemiſphäriſchen Porzellanſchaale, welche einen dünnen, etwa einen Zoll hohen Fuß oder Geſtelle hatte, auf die Waagſchaale gelegt. Dieſe Schaale von Porzellan wurde ſodann, wenn die heiße Kugel hineingebracht war, mit einer porzellanenen Kaffeeobertaſſe bedeckt, welche, ohne die Kugel zu berühren, die erwärmte, ſie umgebende Luft einſchloß. Dieſe Obertaſſe und die Unterſchaale wurden ſehr genau durch entgegengeſetzte Gewichte in der andern Waagſchaale aufgewogen, ehe man die Kugel hineinthat.

Der nachfolgende Verſuch wurde zu München, am 20 April 1785 angeſtellt; das Wetter war wolkig, mit untermiſchtem Sonnenſchein, das Thermometer in meinem Zimmer ſtand auf 52° Fahr., und das Barometer auf 26 Zoll 4 Linien franzöſiſches Maaß.

Dreißig Minuten nach Zwölf wurde eine kleine Kugel von gegoſſenem Eiſen — ſehr gut geformt, — und dem Anſcheine nach ſolid, nachdem

sie wohl gewaschen, und mit Sand abgescheuert worden, hierauf aber völlig getrocknet worden war, in einem reinlichen Porzellangefäße, mitten in eine Mischung von gestoßenem Eis und Seesalz gestellt, bis sie die Temperatur von 25° Fahrenh. (7 Grad unter dem Gefrierpunkte des Wassers) erlangte, worauf sie sorgfältig gewogen wurde. Ihr Gewicht betrug sehr genau 773$\frac{1}{64}$ Gran Troygewicht.

Um 1 Uhr 30 Min. Nachmitt. wurde dieselbe Kugel, nachdem sie dreißig Minuten lang in einem reinen, trockenen Porzellangefäße, in eine Sandkapelle in die Temperatur von 212° Fahr., oder die des kochenden Wassers gebracht worden war, wieder gewogen, als sie noch heiß war, und hier fand sich, daß sie nicht mehr, als 773$\frac{5}{64}$ Gran Troygewicht wog.

Um 2 U. 0 Min. N. M. Nachdem die Kugel funfzehn Minuten lang in einem reinen, hessischen Schmelztiegel, wohl bedeckt, der Hitze eines starken Holzkohlenfeuers ausgesetzt und durchaus glühend geworden war, wog sie 773$\frac{3}{64}$ Gran.

Als die Kugel noch glühend war, wurde sie wieder in den Tiegel gethan, und noch einmal dem Feuer ausgesetzt, welches jetzt sehr hell brannte. Um 2 U.

20 Min. war sie bis zum Weißglühen gekommen, und gab Zeichen von Schmelzung, da sich kleine Blasen auf ihrer Oberfläche erhoben. In diesem Zustande wurde sie aus dem Feuer genommen, und sehr sorgfältig sechzehnmal, nach einander gewogen, wo ihr Gewicht war, wie folgt:

Zeit, wenn ſie gewogen wurde.		Gefundenes Gewicht.
Um 2 U.	20	$773\frac{35}{64}$ Gran.
2	21	$773\frac{43}{64}$
2	23	$773\frac{33}{64}$
2	26	$772\frac{61}{64}$
2	29	$773\frac{3}{64}$
2	32	$773\frac{51}{64}$
2	43	$773\frac{63}{64}$
2	46	$774\frac{7}{64}$
2	49	$774\frac{11}{64}$
2	52	$774\frac{13}{64}$
2	56	$774\frac{10}{64}$
2	58	$774\frac{23}{64}$
3	1	$774\frac{25}{64}$
3	18	$774\frac{30}{64}$
*) 3	25	$774\frac{34}{64}$
6	15	$774\frac{60}{64}$

*) Gerade in dem Augenblicke, ehe dieſesmal gewogen wurde, hatte man die Obertaſſe, die die Kugel in der Schaale bedeckte, einen Augenblick abgenommen,

Gleich nach dem letzten Wiegen ſchien der ganze Apparat die Temperatur der Luft des Zimmers, 60°, angenommen zu haben. Man nahm jetzt die Kugel weg, und wog die Porzellangefäße wiederum, wo ſie während des Verſuches $\frac{1}{4}$ Gran am Gewicht verloren zu haben ſchienen.

Dieſen anſcheinenden Verluſt konnte ich weiter keiner Urſache beimeſſen, als dem innigen Austrocknen der Schaalen, durch die heiße Kugel, und dem Trocknen der ſeidenen Fäden, wodurch die, die Gefäße enthaltenden Waagſchaalen am Arme der Waage getragen wurden.

Dieſes Gewicht $= \frac{1}{4}$ Gran, welches erfodert wurde, um die Waagſchaalen am Ende des Verſuches wieder ins Gleichgewicht zu ſetzen, zu dem ſcheinbaren Gewichte der Kugel um 6 Uhr 15 Min. $= 774\frac{1}{2}$ zugeſetzt, ſcheint ihr wahres Gewicht $775\frac{3}{4}$ Gran geweſen zu ſeyn.

um nach der Kugel zu ſehen, ſie aber ſogleich wieder hingeſtellt. Was bei dieſer Gelegenheit entwich, wage ich nicht zu ſagen, doch iſt gewiß, daß deſſen Gewicht wenigſtens $\frac{3}{4}$ eines Granes betrug.

A. d. V.

Nachricht von einem Verſuche, mit einer Kugel von feinem Golde angeſtellt.

München am 23 April 1785. — Das Wetter trübe — mit untermiſchtem Sonnenſchein. — Thermometer in meinem Zimmer 65° Fahr. — Barometer 26 Zoll 4 Linien.

Eine kleine Kugel von feinem Golde, zehn deutſche Dukaten am Werth, die ich mit vom Münzmeiſter verſchaffte, wog in der freien Luft meines Zimmers $477\frac{15}{23}\frac{7}{8}$ Gran.

Die kleine offene Porzellantaſſe, in der die Kugel gewogen wurde, wog ſich genau durch ein Gewicht $= 440\frac{3}{23}\frac{13}{8}$ Gran auf.

Um 10 Uhr 5 Minuten V. M. Die Kugel bis zum hellen Glühen erhitzt, was dem Weißglühen nahe kam, wurde in dem Porzellangefäße in freier Luft gewogen, und beides zuſammen hatte $\frac{13}{23}\frac{3}{8}$ eines Granes an ſeinem Gewichte verloren.

Als ich die Kugel ſogleich entfernte, fand ich, daß die Taſſe, oder vielmehr ſie und die Schaale,

in welcher sie lag, zusammen $\frac{11}{250}$ Theile eines Granes verloren hatte.

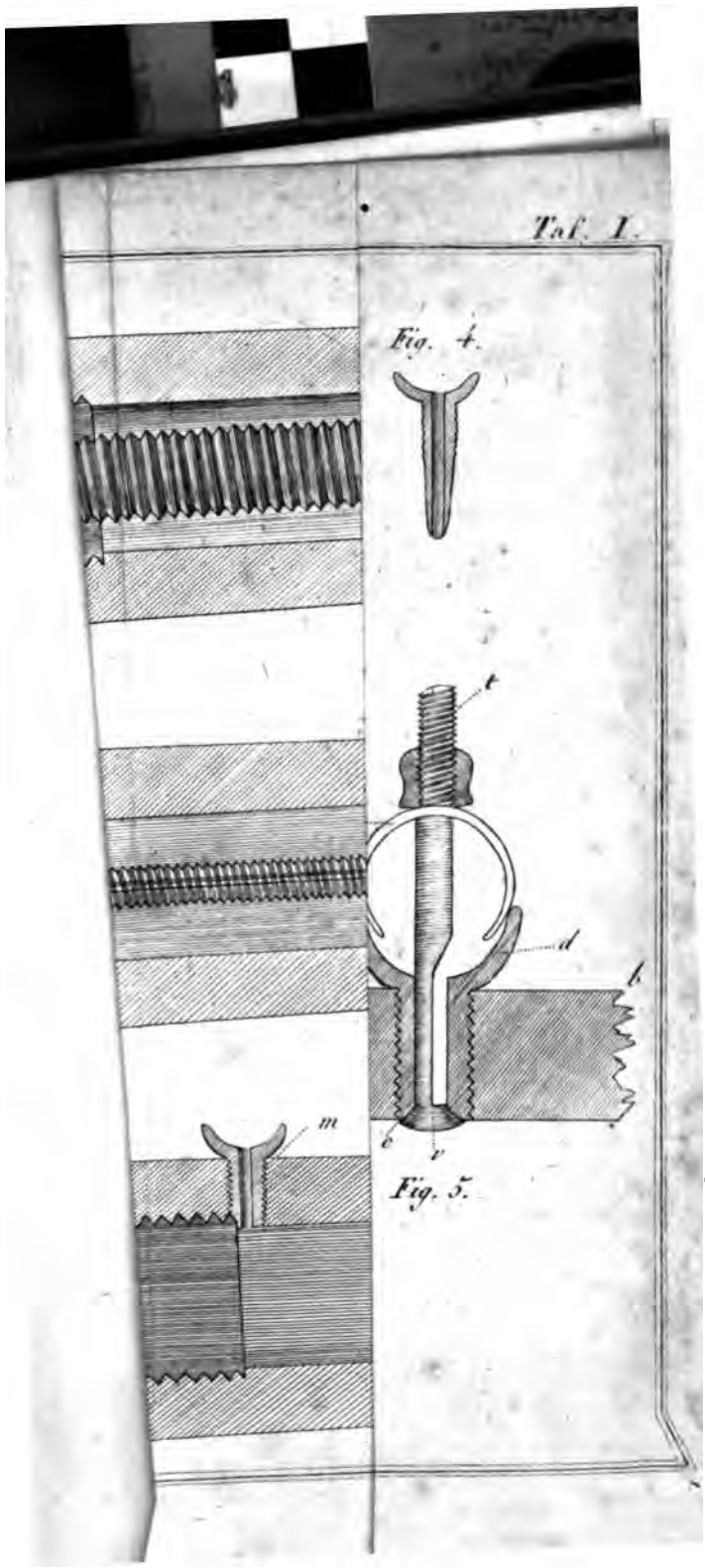
Folglich mußte die Kugel durch das Glühen an ihrem Gewichte $\frac{3}{250}$ eines Granes verloren haben, oder sie schien, als sie kalt geworden war, $\frac{1}{750}$ Theil ihres ganzen Gewichtes leichter geworden zu seyn.

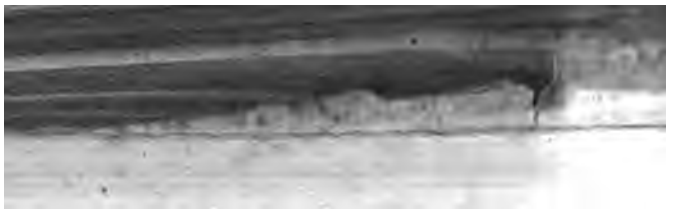
Bei Wiederholung des Versuches hatte ich fast das nemliche Resultat; als ich jedoch denselben abänderte, indem ich die heiße Kugel in der Waagschaale auf allerlei Art bedeckte, fand ich solche Abweichungen in den Resultaten, daß ich mich überzeugt fühlte, die oben, erwähnte scheinbare Verminderung am Gewichte möge eher aus einem Luftstrom der Atmosphäre entstanden seyn, und daß folglich Versuche der Art zur Entscheidung der relativen Veränderung des Gewichtes der erhitzten Körper, oder der Ponderabilität der Wärme nichts beitragen können.

Ich richtete späterhin einen Apparat ein, um einen andern Versuch auf eine, nicht so bestreitbare Weise vorzunehmen. Ich wollte mir drei hohle, sehr dünne Messingkugeln verfertigen lassen, wovon eine größer als die andere war, und die in der Mitte geöffnet werden konnten, wie eine Tabaksdose, so daß man eine in die andere hineinlegte. In die innerste

Kugel ſollte dann die glühende ſolide Goldkugel gelegt werden. — Zwiſchen der innern Hohlkugel und der nächſten ſollte ein Raum, ſo groß wie der Durchmeſſer der erhitzten Kugel, mit Luft erfüllt bleiben. Den Raum zwiſchen dieſer und der äußern aber würde ich mit geſtoßnem Eis angefüllt haben. Ich hatte mir vorgenommen, das Experiment zu einer Zeit vorzunehmen, wo die Wärme der Atmoſphäre gerade der des frierenden Waſſers gleich wäre; und auf dieſe Weiſe glaubte ich im Stande zu ſeyn, die Luftſtröme zu vermeiden, die mich bei meinen vorigen Verſuchen ſo geſtört hatten. Als ich jedoch bedachte, daß die ganze Hitze der glühenden Kugel nicht hinreichen würde, das ſie umgebende Eis nur zur Hälfte aufzuthauen, und daß, wenn die Kugel bis zur Temperatur des Eiſes abgekühlt wäre, die ganze Maſſe von Metall — von Eis, und von Waſſer immer noch am Gefrierpunkt ſtehen bliebe; und überdieß, daß, wenn ich das Waſſer wöge, das aus dem Eiſe entſtund, ich in der That die Wärme mit wiegen würde, welche zuvor in der glühenden Kugel vorhanden geweſen war, ſo fiel mir erſt bei, daß der Hauptpunkt weit ſchneller durch das einfache Wiegen einer Quantität Eis von der Temperatur des Gefrierens, und das nemliche, wenn es in Waſſer verwandelt worden war, ausgemacht werden könnte.

Ich ließ daher meinen Apparat unvollendet, und richtete meine ganze Aufmerkſamkeit auf die Verſuche, von welchen ich in der erſten der beiden Abhandlungen Nachricht mitgetheilt habe.


Taf. I.
Fig. 4.
t
d
b
m
b
v
Fig. 5.



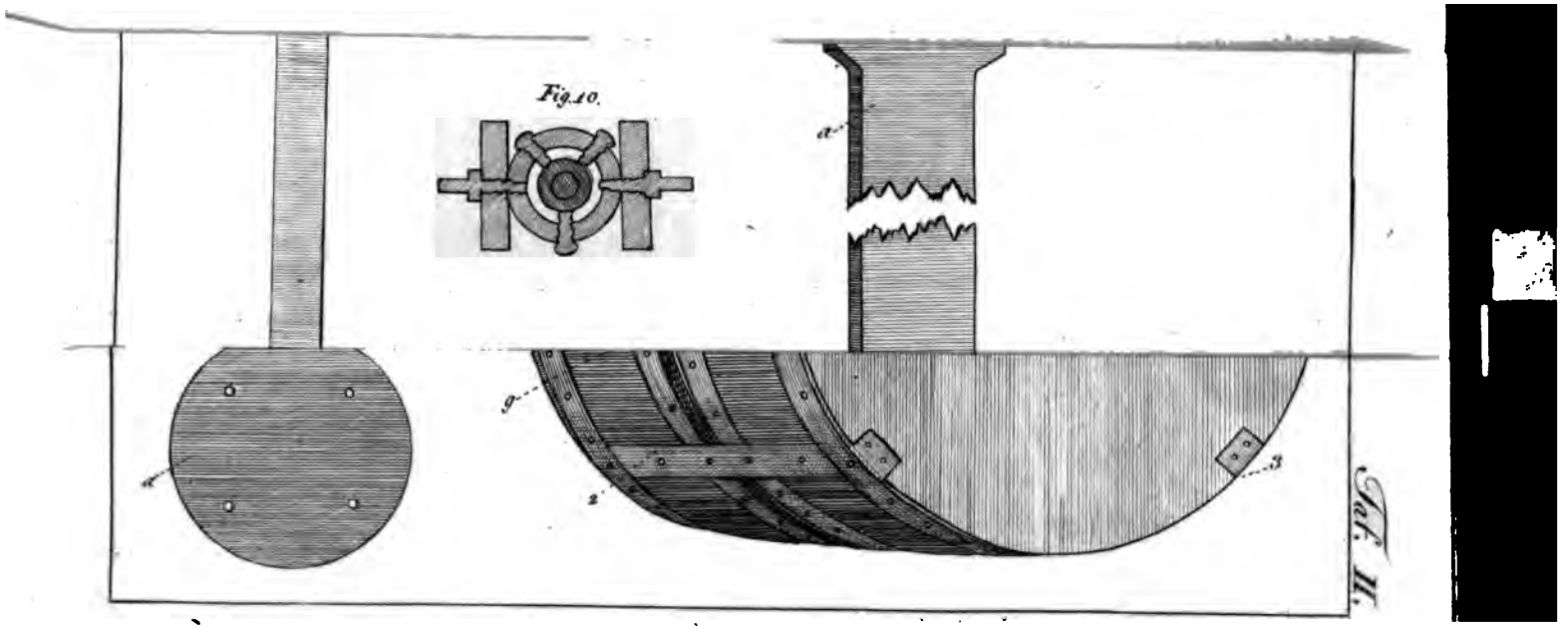
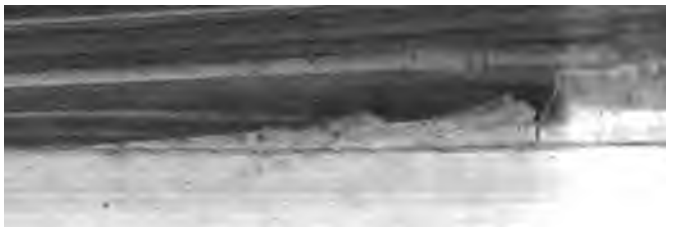


Fig. 10.
a
g
2
3
Tab. II.



Taf. III.

Fig. 16.

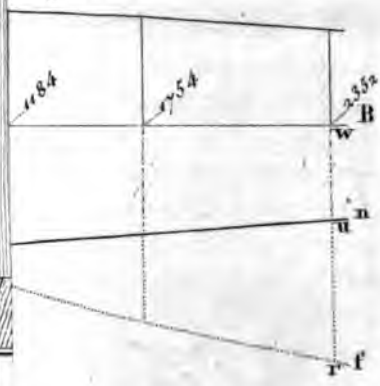
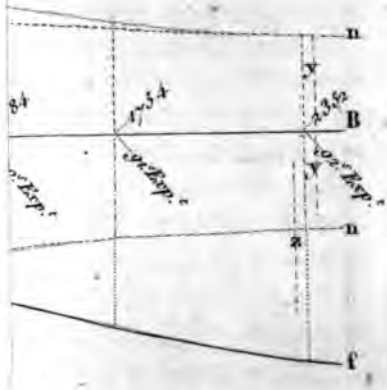
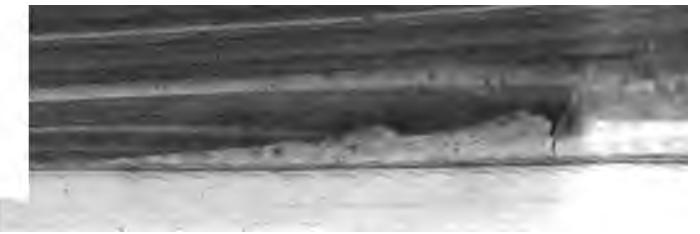


Fig. 17.





Taf. III.

Fig. 16.

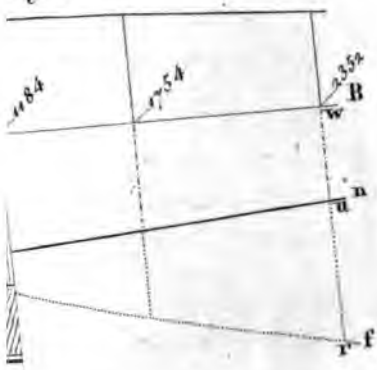
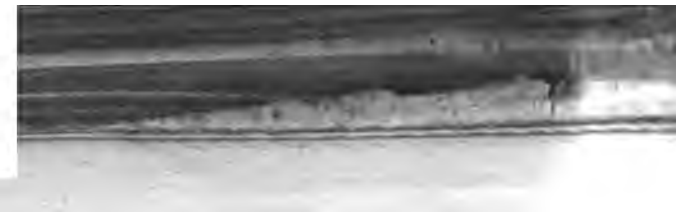
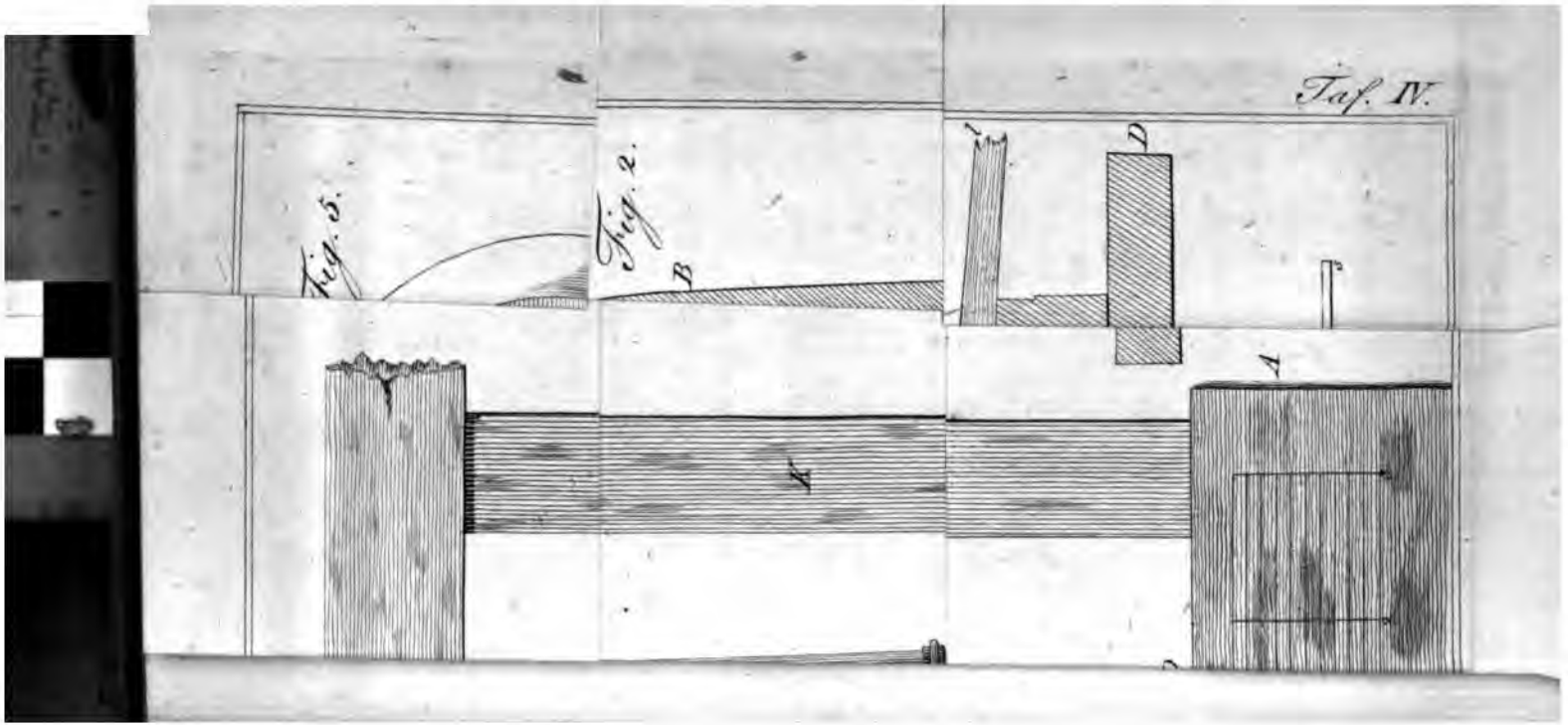
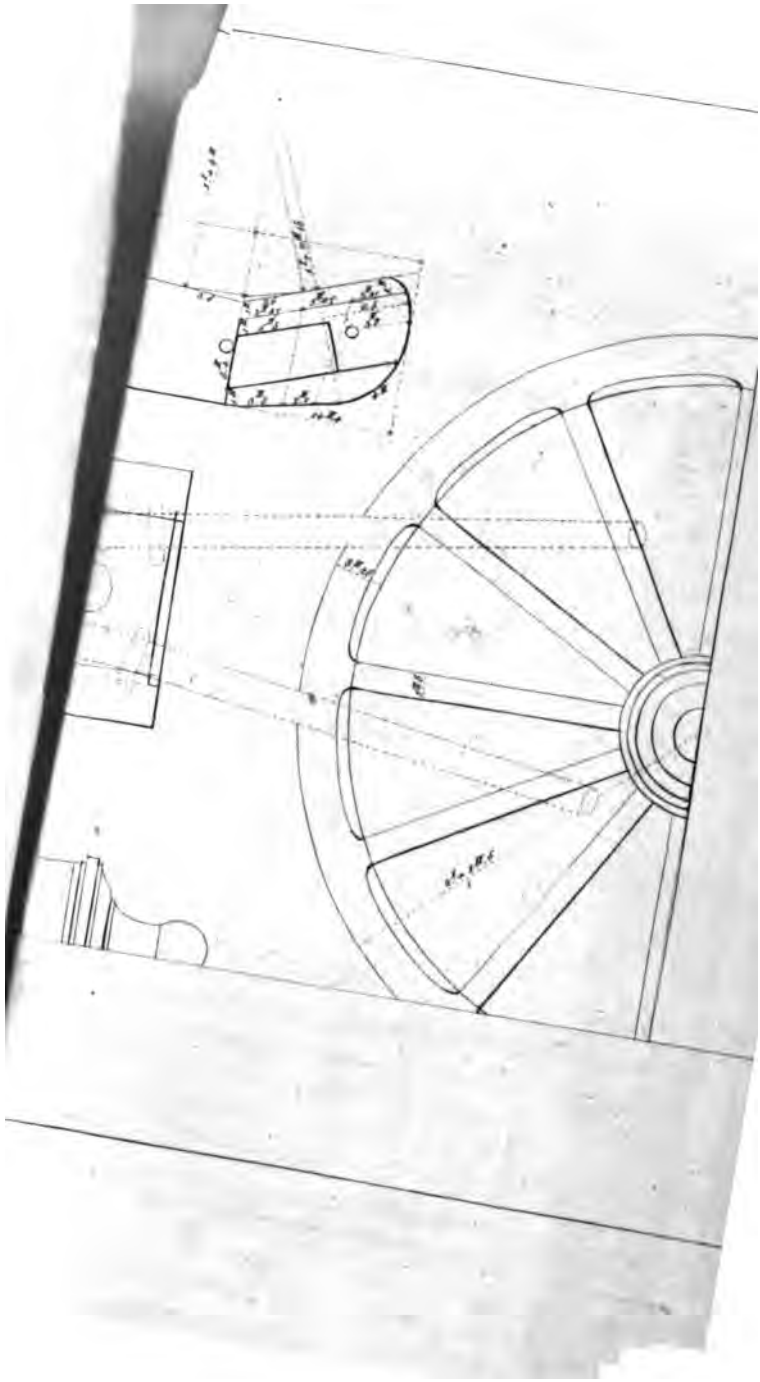
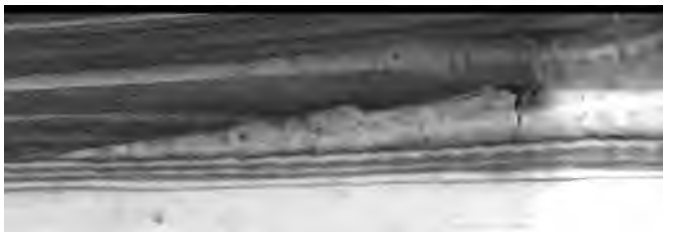


Fig. 17.

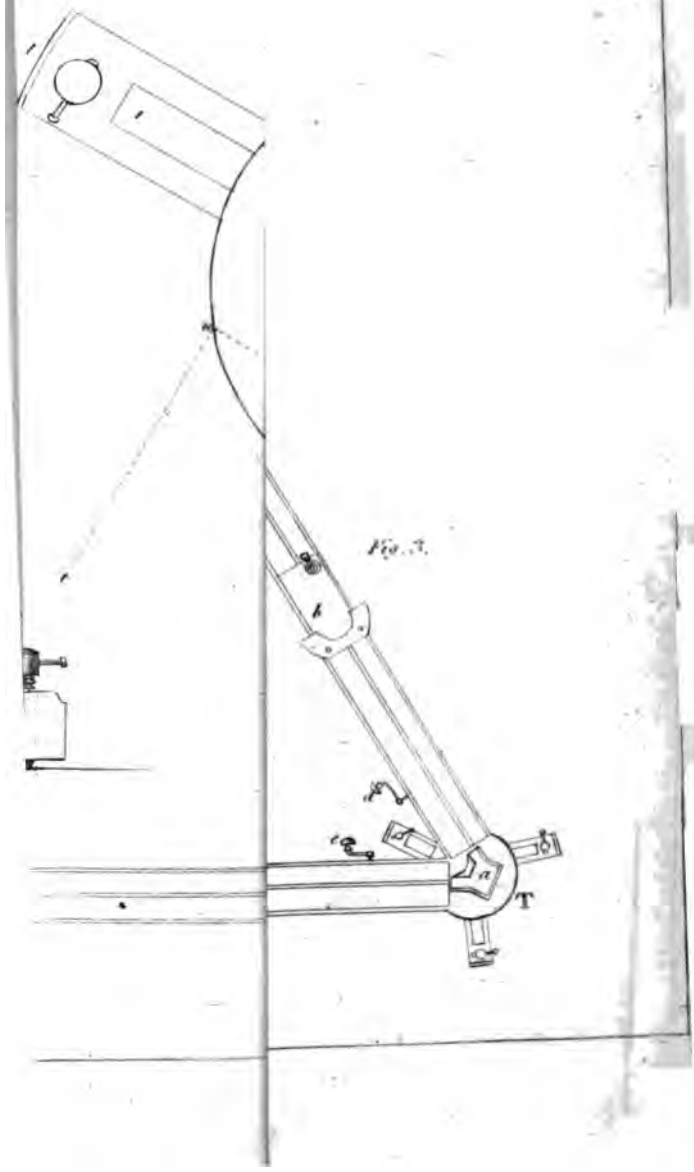


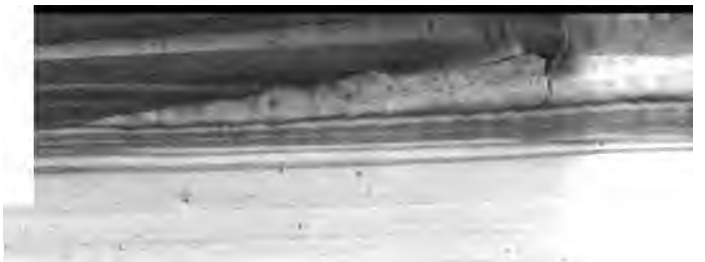

Taf. IV.
Fig. 3.
Fig. 2.
B
D
A



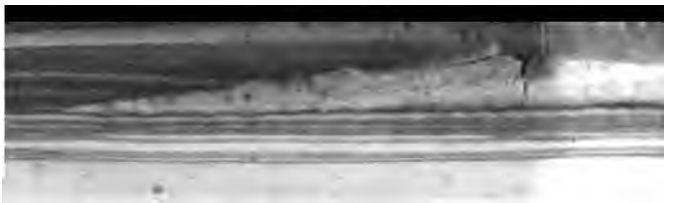


T. III.





T. VII



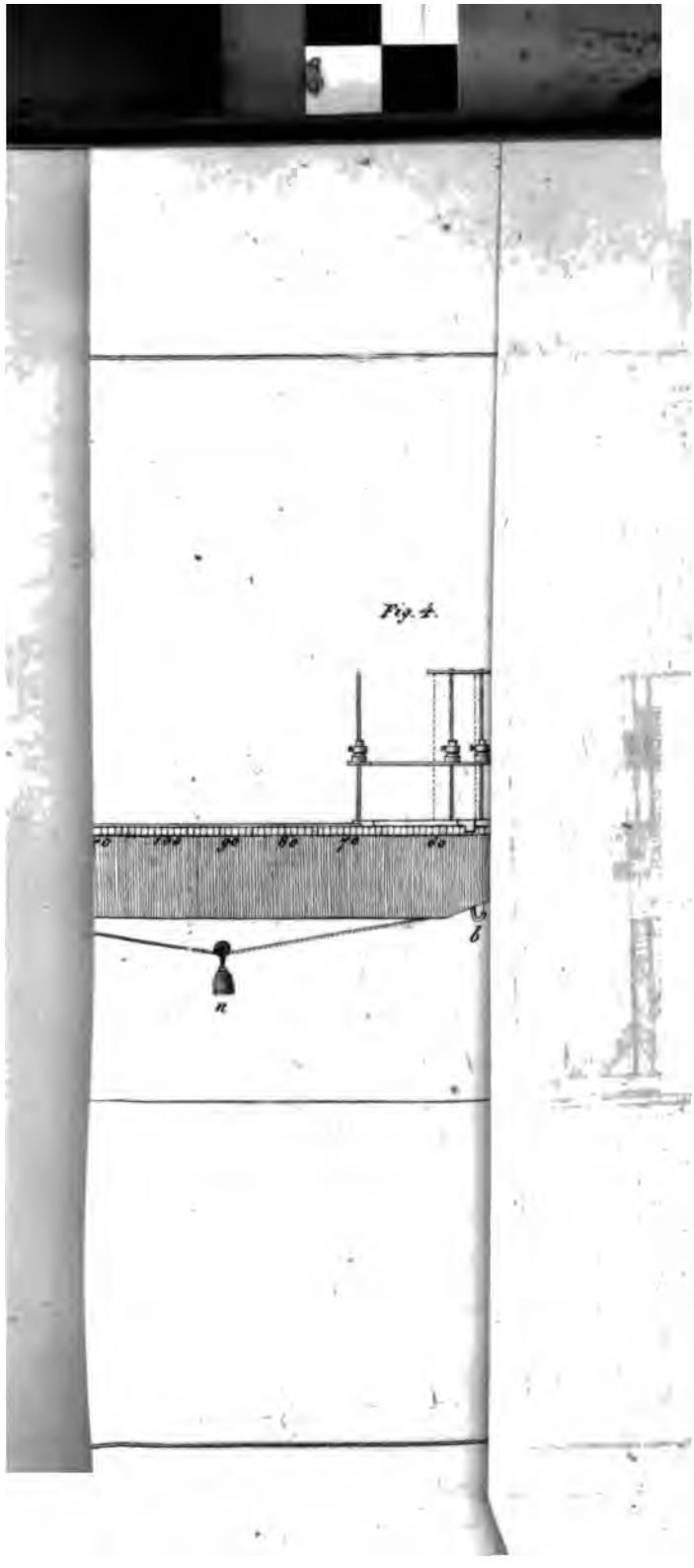
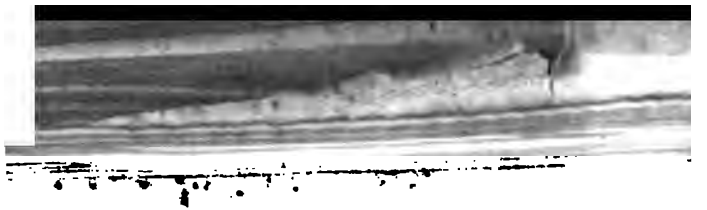


Fig. 4.
b
a



JUL 14 1980